

The Department of Public Instruction, Bombay.

SCIENCE PRIMERS

IN

Sl. 30582 MARATHI.

1228

1974

INTRODUCTORY

TRANSLATED FROM THE ORIGINAL WORK

OF

Professor Huxley, F. R. S.

BY

BALAJI PRABHAKAR MODAK,

LECTURER IN PHYSICAL SCIENCES, RAJARAM COLLEGE,
KOLHAPUR.

1,000—Copies.

Registered for copy-right under the Government of India's
Act XXV. of 1867.

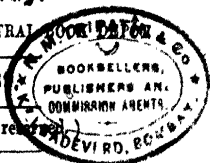
Bombay.

GOVERNMENT CENTRAL

188

(All rights reserved)

Price 12 Annas.



BOMBAY:

PRINTED AT THE "NIRNAYA-SAGARA" PRESS.

1912

मुंबई इलाख्यातील सरकारी विद्याशाळाखातें.

अनेक विद्याविषयक
बालशिक्षा ग्रंथमाला.

1228

ग्रंथ ९. P155, 9

उपोद्घात. B9

प्रोफेसर हक्सले, एफ. आर. एस्.

ह्यांनी केलेल्या

इंग्रजी पुस्तकाचें हें मराठी भाषांतर

बाळाजी प्रभाकर मोडक,

कोल्हापूर येथील राजाराम कॉलेजांतील पदार्थविज्ञानशास्त्राचे
अध्यापक यांणीं तयार केलें.

आवृत्ति पहिली—१००० प्रति.

ह्या पुस्तकाची मालकी सन १८६७ च्या २५ व्या आकटाप्रमाणें
नोंदिली आहे.

मुंबई.

गवर्नमेंट सेंट्रल बुकदिपो.

इसवी सन १८८९.

ह्या पुस्तकासंबंधीं सर्व अधिकार सरकारानें आपणाकडे ठेविले आहेत.

किंमत १२ आणे.

मुंबई मध्ये,
“निर्णयसागर” छापखान्यांत छापिला.

अनुक्रमणिका.

(१) सृष्टि आणि शास्त्र.

कलम.	विषय.	पृष्ठ.
१.	वस्तु आणि त्यांचें प्रत्यक्ष ज्ञान. ...	१
२.	कार्य आणि कारण.... ...	२
३.	कोणत्याही गोष्टीचें कारण सांगणें, किंवा तिला व्यक्त करणें ह्मणजे तिचा खुलासा करणें.	२
४.	वस्तूंचे धर्म आणि त्यांच्या शक्ति.	४
५.	कृत्रिम व अकृत्रिम ह्मणजे स्वाभाविक पदार्थ आणि सृष्टि.	४
६.	अकृत्रिम ह्मणजे स्वाभाविक वस्तूंस मनुष्यानें नवें रूप किंवा आकार देऊन आणि एकत्र जोडून किंवा विभाग करून कृत्रिम वस्तु बनविलेल्या असतात.	५
७.	पुष्कळ पदार्थ आणि सृष्टीतील पुष्कळ कार्यकारणें मनुष्यास अगम्य असतात, ह्मणजे त्याच्या अकलेच्या बाहेर असतात.	७
८.	सृष्टिक्रम; कारणाशिवाय कांहीं कार्य घडत नाहीं; आकस्मिक किंवा अबचित गोष्ट सृष्टीत नसते.... ..	८
९.	सृष्टीचे नियम; नियम कार्याचीं कारणें नसतात.	१०

१०. व्यवहारांत आपलें वर्तन कसें असावें हें आपणास सृष्टिज्ञानावरून समजतें....	१३
११. शास्त्रः अवलोकन, प्रयोग आणि अनु- मान यांपासून झालेलें सृष्टीच्या नि- यमांचें ज्ञान.	१५
(२) जड वस्तु.	
(अ.) खनिज पदार्थ.	
१२. पाणी या सृष्टपदार्थाविषयी....	१९
१३. पाण्यानें भरलेला पेला.	२०
१४. पाणी जागा व्यापितें, प्रतिबंध करितें, जड आहे, आणि स्वतःस मिळालेली गति दुसऱ्या वस्तूस देऊं शकतें; यास्तव पाणी हे एक प्रकारचें द्रव्य आहे.	२१
१५. पाणी पातळ आहे.	२२
१६. पाणी दुःसंकोच्य आहे.	२३
१७. वजन ह्मणजे काय ?	२४
१८. गुरुत्व आणि गुरुत्वाकर्षण.	२६
१९. वजनाचें कारण; आकर्षण; प्रेरणा किंवा जोर.	२८
२०. पाण्याचें वजन त्याच्या आकारमानाच्या प्रमाणांत असतें....	३१
२१. वजनें मापणें. तराजू.	३२
२२. समान स्थितींत समान आकाराच्या पा- ण्याचें वजन नेहमीं सारखें असतें. पिंड किंवा द्रव्य समुच्चय दाढ्य....	३३

२३. समान स्थितीत निरनिराळ्या पदार्थांच्या
समान आकारांची वजनं भिन्न असतात,
ह्मणजे भिन्न भिन्न पदार्थांची दाढ्यें
भिन्न भिन्न असतात. ३५
२४. जड आणि हलका या शब्दांचे अर्थ;
विशिष्टगुरुत्व. ३६
२५. ज्या पदार्थांचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याहून
जास्त असतें, ते पाण्यांत बुडतात,
आणि ज्यांचें विशिष्टगुरुत्व कमी अ-
सतें, ते पाण्यावर तरतात... .. ३७
२६. पाण्यावर तरंगणारा पदार्थ पाण्याच्या स-
पाटीखालीं इतका बुडालेला असतो
कीं, बुडालेल्या भागाच्या आकारा
एवढ्या पाण्याचें वजन त्या पदार्थांच्या
वजना इतकें असतें; ह्मणजे आपल्या
वजना एवढ्या वजनाच्या पाण्यास
तो पदार्थ दूर करितो. ४०
२७. पाण्याचा दाब चहूंकडे ह्मणजे सर्व दि-
शांनीं पडतो. ४१
२८. वाहत्या पाण्यानें दुसऱ्या पदार्थांमि गति
मिळणें. वाहत्या पाण्याचें चालकत्व. ४५
२९. वाहत्या पाण्याची कर्तृत्वशक्ति. (कार्य-
विधायक सामर्थ्य.) ४७
३०. पाण्याचे धर्म नित्य व कायम असतात. ५३
३१. पाण्यास उष्णता लाविल्यानें ह्मणजे त्यास
ऊन केल्यानें प्रथमतः त्याचा आकार
वाढतो. ५३

३२. जास्त उष्णता दिल्याने शेवटीं पाण्याची
वाफ होते.... .. ५५
३३. वाफेतून उष्णता काढून घेतली असतां
तिचे रूपांतर होऊन उष्ण पाणी बनते. ५६
३४. जेव्हां पाण्याचे रूपांतर होऊन त्याची
वाफ होते, तेव्हां त्याचा आकार पू-
र्वीच्या १,७०० पट वाढतो. ... ५७
३५. वायु किंवा स्थितिस्थापक प्रवाही पदार्थ.
हवा. ५८
३६. पाण्याची वाफ स्थितिस्थापक प्रवाही
किंवा वायु आहे.... .. ६०
३७. वायु आणि वाफ. ६१
३८. साधारण उष्णमानावर होणारे पाण्याचे
बाष्पभवन. ६३
३९. ऊन पाण्यास थंड केले ह्मणजे ते प्रथमतः
आकुंचन पावते, परंतु नंतर कांहीं
वेळाने प्रसरण पावते. ६४
४०. याहून आणखी पाण्यास शीत केले ह्म-
णजे त्याचे पारदर्शक, ठिसूळ, व घन
असे बर्फ होते. ६५
४१. पाण्याचे बर्फ केले ह्मणजे बर्फाचे विशि-
ष्टगुणत्व पाण्याहून कमी असते. ६६
४२. वातारणांतील वायुरूप पाणी थिबून ब-
र्फाचे स्फटिक बनले ह्मणजे त्यांस थि-
जलेला दहिबेर ह्मणतात.... .. ६८
४३. बर्फास उष्ण केले ह्मणजे त्याचे उष्णमान

- ३२° फा. वर येतांच त्याचें रूपांतर
होऊन पुनः पाणी बनतें.... ... ६९
४४. बर्फ हें घनरूप, पाणी हें द्रवरूप आणि
वाफ हें वायुरूप अशीं हीं एकाच
सृष्टपदार्थाचीं तीन रूपें आहेत. प्र-
त्येक रूप कांहीं नियमित उष्णतेवर
अवलंबून असतें.... ... ७०
४५. उष्णतेचीं कायें द्रव्याच्या कणांच्या शीघ्र-
गतीचे परिणाम आहेत. ७१
४६. पाण्याची रचना किंवा बनावट. ... ७३
४७. गृहीत कल्पना, त्यांचे उपयोग आणि
त्यांची मातब्बरी.... ... ७५
४८. पाणी भिन्न भिन्न कणांचें (अणूंचें) ब-
नलें आहे, ही गृहीत कल्पना. ... ७७
४९. सर्व प्रकारचीं द्रव्यें बहुतकरून अणूंचीं
किंवा परमाणूंचीं बनलीं आहेत.... ८०
५०. मूल पदार्थांचा नाश करितां येत नाहीं,
किंवा त्यांचें परिमाण सृष्टींत वाढवितां
येत नाहीं.... ... ८२
५१. सार्धें मिश्रण.... ... ८३
५२. ज्या मिश्रणांत दार्ढ्य वाढतें, अशीं मि-
श्रणें. आल्कोहोल आणि पाणी. ... ८४
५३. द्रवण किंवा विस्फेदन, झणजे पाण्यांत प-
दार्थ विद्रुत करून केलेला द्रव. पा-
ण्यांत क्षार विद्रुत होतात.... ... ८७
५४. चुनकळी आणि पाणी; ग्लाइसिटर आफ पा-
रिस आणि पाणी. रसायनसंयोग. ९०

५५. खनिज पदार्थ नियमित आकृति धारण करितात व वाढतात, ह्मणजे तसल्याच भागांची त्यांवर भर पडून ते आकारानें वाढतात. ९३
- (ब) सजीव पदार्थ.
५६. गव्हाचा रोपा आणि त्याचे घटक पदार्थ. ९५
५७. कोंबडें व त्याचीं घटक द्रव्यें.... ... ९७
५८. गव्हाचा रोपा आणि पक्षी यांचे कित्येक घटक सारखे आहेत. ९८
५९. प्रोटीड पदार्थ सृष्टींत प्राणी व वनस्पति यांमध्ये मात्र आढळतात; आणि प्राणी व वनस्पति यांमध्ये हे पदार्थ नेहमीं असतात. ९९
६०. सजीव या शब्दाचा अर्थ काय ? ... १००
६१. ज्या पदार्थांचें जिवंत झाड बनलें आहे, तसले पदार्थ आणखी त्यास मिळाल्यानें त्याचा आकार वाढतो; परंतु हे पदार्थ बाहेरून आयते न मिळतां साध्या द्रव्यांपासून झाडांतच नवीन बनतात. १०१
६२. जिवंत रोपा मोठा झाल्यावर त्यास बीं येतें व त्या वियामध्ये तसलेंच झाड उत्पन्न करण्याची शक्ति असते. ... १०२
६३. सजीव प्राण्यांचें शरीर ज्या पदार्थांचें बनलें आहे तसले पदार्थ त्यास मिळून तें आकारानें मोठें होतें; परंतु हे प-

- दार्थ मुख्यत्वे वनस्पति व दुसरे प्राणी
यांपासूनच साक्षात् मिलतात. ... १०३
६४. जिवंत प्राणी वाढला ह्मणजे तो आपल्यां-
तील कांहीं पदार्थ वेगळे टाकितो,
किंवा आंडीं घालतो, आणि त्यापा-
सून स्वजातीय प्राणी उत्पन्न होतात. १०३
६५. मुख्यत्वे घटना, वाढ, आणि बीजापासून
उत्पत्ति, या तीन गोष्टींत सजीव प-
दार्थ खनिज पदार्थांपासून भिन्न आहेत. १०४
- (३) अमूर्त किंवा अदेही पदार्थ.
६६. मानसिक क्रिया. १०५
६७. मानसिक क्रियांचा क्रम. चिच्छास्त्र. १०६

अनेक विद्याविषयक बालशिक्षा ग्रंथमाला.

उपोद्धात.

(१) सृष्टि आणि शास्त्र.

१. वस्तु व त्यांचें प्रत्यक्ष ज्ञान.

ज्या जगांत आपण राहतों त्याचे आपण अंशभूत आहों. आपण जागे असतों तेव्हां यांतील वस्तूविषयी आपल्या इंद्रियांच्या योगानें आपणास सर्वकाळ कांहींना कांहीं ज्ञान होत असतें. आपणास एकसारखा कशाचा तरी स्पर्श होत असतो, किंवा कांहीं तरी ऐकूं येतें, किंवा कशाचा तरी वास येत असतो, आणि आंधेरांत नसलों तर आपणास कांहीं तरी दिसतें; मधून मधून कशाची तरी आपण चव घेतों. या रीतीनें जें आपणास ज्ञान होतें त्यास आपण इंद्रियबोध किंवा प्रत्यक्ष ज्ञान असें झणतों.

याप्रमाणें इंद्रियांच्या योगानें आपणास कांहीं तरी ज्ञान झालें झणजे साधारणपणें आपण असें झणतों कीं, आपणास कशाचा तरी स्पर्श झाला, कांहीं तरी ऐकूं आलें, कशाचा तरी वास आला, आपण कांहीं तरी पाहिलें, किंवा कशाची तरी चव घेतली. एखादा विशेष प्रकारचा वास आला झणजे आपण झणतों कीं, कांथाची घाण आली. एका विशेष प्रकारच्या स्वादावरून आपण सांगतों कीं, हा शिताफळांचा स्वाद आहे. अमुक शब्द ऐकिला झणजे गाडी आली; हिरवें कांहीं डोळ्यांपुढें आलें झणजे झाड पाहिलें, असें आपण झणतों. आणि इंद्रियांच्या यो-

गानें ज्यांचें आपणास या रीतीनें ज्ञान होतें त्यांस आपण वस्तु किंवा पदार्थ असें झणतो.

२. कार्य आणि कारण :

आणखी या सर्व वस्तूंप्रियीं आपण असें समजतो कीं, इंद्रियांच्या योगानें जें हें ज्ञान आपणास होतें त्याचीं या सर्व वस्तु कारणें आहेत, आणि जें आपणास ज्ञान होतें तें या कारणानें (या वस्तूंचें) कार्य किंवा परिणाम आहे. उदाहरणार्थ जेव्हां आपण विशेष प्रकारचा ध्वनि ऐकतो, तेव्हां असें झणतो कीं, रस्त्यावरून गाडी गेल्यानें हा ध्वनि उत्पन्न झाला, किंवा गाडी रस्त्यावरून गेल्याचा हा परिणाम घडला. जेव्हां कांहीं तरी जळल्याचा उग्र वास येतो, तेव्हां आपल्या मनांत असें येतें कीं, कांहीं तरी विस्तवावर पडल्याचा हा परिणाम आहे; आणि वास कोटून येतो व त्याचें कारण काय, तें लक्षपूर्वक इकडे तिकडे आपण पाहूं लागतो. आपण झाड पाहिलें झणजे त्याचें कारण आपल्या डोळ्यांपुढें कांहीं तरी वस्तु किंवा पदार्थ आला, असें समजतो.

३. कोणत्याही गोष्टीचें कारण सांगणें, किंवा तिला व्यक्त करणें झणजे तिचा खुलासा करणें.

जळल्याचा वास आल्यावर इकडे तिकडे पाहून खरोखरच कांहीं तरी विस्तवांत पडल्याचें जेव्हां आपणास समजतें, तेव्हां आपण साहजिकच झणतो कीं वास येण्याचें कारण आपण शोधून काढिलें, किंवा तो वास कां आला याचें कारण आपणास समजलें, किंवा वास कशानें आला हें आपण व्यक्त केलें. यास्तव कोणतीही गोष्ट कशी घडली हें समजणें किंवा तें व्यक्त करणें झणजेच त्या गोष्टीचें मूळकारण समजणें होय. परंतु जें एका गोष्टीचें कारण असतें तेंच दुसरीचें कार्य असतें. उदाहरणार्थ

असें समजूं कीं, गवताची काडी धुमसू लागली, ती जळल्याचा वास येण्यास कारण होती. नंतर आपण असा प्रश्न करितों कीं, ती कशानें जळू लागली, किंवा जळण्यास कारण काय झालें ? कदाचित् आपणास असें आढळतें कीं, पेटलेली आगकाडी गवतावर पडली होती. मग आपण असें झणतों कीं, पेटलेली आगकाडी जळण्याचें कारण होती. परंतु कोणी तरी तिला तेथें टाकिल्याशिवाय ती आगकाडी तेथें जावयाची नाहीं. याचा अर्थ असा कीं, गवतावर काडी पडली ती कोणी तरी तेथें टाकिली असावी; व तो मनुष्य हा परिणाम घडविण्यास कारण झाला. झणून आपण असा प्रश्न करितों कीं, कोणी तरी तेथें काडी कां टाकिली असावी ? गफलतीनें किंवा नकळत हें झालें असावें, किंवा कोणी ती काडी मुद्दाम टाकिली असावी ? जर मुद्दाम टाकिली असेल तर त्यांत त्याचा हेतु काय असावा ? किंवा असा हेतु त्याच्या मनांत येण्यास कोणतें कारण घडलें असावें ? याप्रमाणें कारणें शोधूं लागल्यास त्यांचा शेवट कधीं होणार नाहीं. प्रत्येक गोष्टीस कांहीं तरी कारण असावयाचें; झणून याप्रमाणें कारणें शोधूं लागल्यास संपणार नाहींत, हें उघड आहे.

यावरून आपणास असें समजतें कीं, प्रत्येक कार्यास पूर्वीचें कांहीं कारण असतें. झणजे प्रत्येक गोष्ट पूर्वी घडलेल्या गोष्टीचा परिणाम असते, व ती प्रस्तुत गोष्टीचें कारण असते. आणि हें कारण दुसऱ्या कोणत्या तरी गोष्टीचें कार्य असतें. आणि याप्रमाणें कार्यकारणांची मालिका काढित गेलें तर मनास वाटेल तितकें मार्गें जातां येईल. कोणत्याही गोष्टीचें कारण समजलें किंवा ती कशानें घडून आली हें कळलें, झणजे ती व्यक्त झाली असें झणतात. जर त्या कारणाचें कारण आपणास काढितां आलें तर ती गोष्ट अधिक व्यक्त झाली, असें झणतात. आणि

याहून आणखीं ज्यास्त कार्यकारणें शोधून काढितां आलीं तर स्पष्टीकरण अधिक चांगलें झालें असें समजतात. परंतु कोणत्याही गोष्टीचें स्पष्टीकरण कधींही पूर्ण व्हावयाचें नाहीं. कारण मनुष्याचें ज्ञान कितीही असलें तरी वस्तूंचीं मूळकारणें शोधीत त्यास फार थोडें मागें जातां येतें.

४. वस्तूंचे धर्म आणि त्यांच्या शक्ति.

जेव्हां एखाद्या वस्तूपामून एका विशेष प्रकारचा परिणाम नेहमी घडतो, तेव्हां त्या परिणामास कधीं कधीं आपण त्या वस्तूचा धर्म व कधीं कधीं तिची शक्ति असें झणतो. जसें उग्रवास हा कांद्याचा एक धर्म आहे, असें आपण झणतो. कारण कांदा नाकाजवळ नेला झणजे हा एक विशेष प्रकारचा वास नेहमी येतो. जडपणा हा शिशाच्या आंगीं धर्म आहे असें झणतात. कारण शिसें हातांत घेतलें झणजे तें आपणास नेहमी जड लागतें. पाण्याच्या प्रवाहाच्या आंगीं पाणचक्रीस फिरविण्याची शक्ति आहे, असें झणतात. कारण प्रवाहाच्या जोरानें पाणचक्री फिरते. विपारी सर्पाच्या आंगीं मनुष्याचा प्राण घेण्याची शक्ति आहे असें झणतात. कारण तो नावला झणजे त्यानें मनुष्य बहुतेक मरतें. यास्तव ज्या वस्तूंच्या आंगीं हे धर्म व या शक्ति असतात, त्या वस्तूंपासून हे विशेष परिणाम घडतात.

५. कृत्रिम व अकृत्रिम झणजे स्वाभाविक पदार्थ व सृष्टि.

ज्या वस्तूंचें आपणास आपल्या इंद्रियांनीं ज्ञान होतें, त्यांपैकीं पुष्कळ पदार्थ, जसें धरें व त्यांतील सामान आणि गाढ्या व यंत्रें, यांस कृत्रिम वस्तु किंवा पदार्थ असें झणतात. कारण मनुष्याच्या कृतीनें यांस विशेष प्रकारचा आकार मिळालेला असतो. खरोखरच यांस मनुष्यानें केलेले पदार्थ असेंच बहुधा झ-

णतात. परंतु याहून पुष्कळ वस्तूंस मनुष्याच्या हस्तकौशल्याची गरज लागलेली नसते, आणि जर मनुष्यप्राणी या जगांत मुळींच नसता, तरीही त्या वस्तु प्रस्तुत आहेत तशाच असत्या. उदाहरणार्थ आकाश आणि ढग; सूर्य, चंद्र आणि तारे; समुद्र, त्यांतील खडक, व त्याचे वालुकामय किनारे; डोंगर व दऱ्या; आणि सर्व रानटी वनस्पति व जनावरं. या जातींच्या पदार्थांस अकृत्रिम झणजे स्वाभाविक किंवा सृष्ट पदार्थ असें झणतात, आणि या सर्वास मिळून आपण सृष्टि हें नांव देतो.

६. अकृत्रिम झणजे स्वाभाविक वस्तूंस मनुष्यानें नवें रूप किंवा आकार देऊन आणि एकत्र जोडून किंवा विभाग करून कृत्रिम वस्तु बनविलेल्या असतात.

अकृत्रिम आणि कृत्रिम वस्तु या दोहोंमध्ये हा भेद सहज करितां येतो, आणि फार सोईचाही आहे. परंतु एकंदरीत सर्व वस्तु सृष्टींतूनच आपणास प्राप्त होतात, हें आपण लक्षांत ठेविलें पाहिजे. जे पदार्थ मनुष्यानें केले आहेत, असें आपण साधारणतः झणतो, ते सुद्धां स्वाभाविक पदार्थांस मनुष्याकडून नवें रूप व चलनयलन मिळून बनलेले असतात. उत्पन्न करणें याचा अर्थ जो आपण समजतो—झणजे जी वस्तु सृष्टीत पूर्वी कोणत्याही रूपानें नव्हती अशी वस्तु निर्माण करणें त्या अर्थी,—मनुष्याच्यानें कांहींच निर्माण करवत नाही. आणखीं असें आपणास लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, मनुष्ये सृष्टीतील स्वाभाविक किंवा सृष्टपदार्थ असल्यामुळे त्यांच्या आंगी ज्या शक्ति असतात, त्यांच्या योगानें स्वाभाविक पदार्थांस नवीं रूपे देणें आणि त्यांस एकत्र जोडणें किंवा त्यांचे विभाग करणें इत्यादि क्रिया त्यांस करितां येतात.

सारांश सृष्टीच्या ज्या भागास आपण मनुष्य हें नांव देतो,

त्याचें इतर भागांवर कार्य घडून वस्तुतः सर्व कृत्रिम वस्तु उत्पन्न होतात.

मनुष्यानें पेटी केली असें आपण ह्मणतो. परंतु जेंपर्यंत मनुष्यानें लांकडाच्या निरनिराळ्या तुकड्यांस योग्य आकार देऊन खिळ्यांनीं त्यांस एकत्र जोडिलें आहे, एवढाच आपल्या ह्मणण्याचा अर्थ असतो, तेंपर्यंत हें ह्मणणें बरोबर असतें. परंतु येथें लांकूड हा स्वाभाविक पदार्थ आहे, आणि त्याचप्रमाणें खिळ्यांचें लोखंडही आहे. खिशांतील घड्याळ हें सृष्टपदार्थांचेंच करितात; त्यांतील सोनें, व दुसरे धातु, व वाळू, सोडा आणि माणकें यांस एकत्र करून व अनेक प्रकारचे आकार देऊन तें केलेलें असतें. आंगरखा हा लोकर या सृष्टपदार्थांचाच करितात, आणि कापूस किंवा रेशीम यांचेही आंगरखे, व दुसरे कपडे करितात. शिवाय जीं मनुष्ये या सर्व वस्तु करितात तीं सृष्टपदार्थांचा आहेत.

सुतार, गंवडी, चांभार आणि दुसरे कसबी व कारागीरलोक यांस कित्येक स्वाभाविक पदार्थांच्या गुणधर्माविषयी व कित्येक कार्यकारणभावांविषयी इतकें ज्ञान झालेलें असतें कीं, त्याच्या योगानें त्यांस स्वाभाविक पदार्थांस नवे आकार देऊन व एकत्र जोडून मनुष्यास उपयोगी पडण्याजोग्या वस्तु बनवितां येतात.

सुतारास लांकडाच्या गुणधर्माविषयी कांहीं ज्ञान असल्याशिवाय त्यास खुर्ची करितां येणार नाही. लोखंडास ताव दिला ह्मणजे तें नरम होऊन त्यास ठोकून हवा तो आकार सहज देतां येतो, हा लोखंडाचा गुण लोहारास म्हाहीत असल्याशिवाय घोड्याच्या पायास मारण्याचा नाल त्यास करितां आला नसता. विटा घालणारास चिकणमातीचे पुष्कळ धर्म माहीत असावे लागतात. शिसें लवचिक असून थोडक्या उष्णतेनें त्याचा रस

करितां येतो, हे गुण शिशाच्या आंगीं असतात, हें शिशाचें काम करणारास माहीत असल्याशिवाय त्यास शिशाचें घडीव काम करितां येणार नाहीं.

यास्तव कोणताही कसबी किंवा कारागीर यास आपला धंद्या करितां येण्यास सृष्टींतील कार्यकारणभावाचें कांहीं नियमित ज्ञान असणें हें अवश्य आहे, आणि सृष्टपदार्थांच्या गुणधर्माविषयीं आपणास अधिकाधिक ज्ञान झालें, आणि पदार्थांचे गुणधर्म व त्यांमधील कार्यकारणांचा संबंध या दोहोंचा आपल्यास फायदेकारक अशा रीतीनें कसा उपयोग करून घ्यावा, याविषयीं आपण नवीन शोध लाविले ह्मणजे कारागिरी व कसबें यांत सुधारणा करितां येते; कलाकौशल्याची सुधारणा यावरच वस्तुतः अवलंबून असते.

७. पुष्कळ पदार्थ आणि सृष्टींतील पुष्कळ कार्यकारणें मनुष्यास अगम्य असतात; ह्मणजे त्याच्या अकलेच्या बाहेर असतात.

आपल्या पाहण्यांत आलें आहे कीं, सृष्टपदार्थांपैकीं कित्येक पदार्थ आपणास सहज मिळतात, व त्यांचा आपणाम उपयोग करून घेतां येतो. परंतु सृष्टींतील सर्व प्रचंड वस्तु व त्यांमधील कार्यकारण संबंध अगदीं आपल्या शक्तीच्या बाहेर आहेत. सूर्य उगवतो, व मावळतो; चंद्र व तारे आकाशांत फिरतात; कधीं वादळें सुटतात, व त्या मागून कधीं कधीं शांतता असते; कधीं गरमी होते, व त्यामागून थंडी पडते.

ज्याप्रमाणें समुद्राबद्दल ज्यास्त कमी जोरानें वारा वाहत असेल, किंवा वारा पडला असेल, त्याप्रमाणें समुद्र ग्वळलेला असतो, किंवा शांत असतो. असंख्य वनस्पति आणि प्राणी उत्पन्न होतात, व लय पावतात. परंतु हा जो मोठमोठ्या सृष्ट

गोष्टींचा ओघ चालला आहे, त्यावर कोणत्याही प्रकारें आपला अंमल चालत नाही. झणजे त्यांत आपणास कांहीं फेरफार करितां येत नाहीत. मांठी तुफानें होऊन एका ठिकाणीं फार नाश होतो; मोठा धणीकंप होऊन दुसऱ्या ठिकाणीं फार विध्वंस होतो, आणि ज्वलन् पर्वतांपासून अग्निज्वाला व रस गोंडर पडतात, त्यांच्या योगानें तिसऱ्या ठिकाणीं नामाडी होते. तसेच ज्या ठिकाणीं पाऊस चांगला पडतो, तेथें पीकपाणी मुबलक होतें, आणि जेथें फार दिवस आवरण पडतें, तेथें अनेक रोग उद्भवतात, व दुष्काळही पडतो. या सर्व गोष्टीत मनुष्यास साक्षात् कांहीं करितां येत नाही, आणि जोंपर्यंत त्यास याविषयी अगदी अज्ञान असतें, तोंपर्यंत तर त्यास या सृष्टींतील प्रचंड शक्ति हव्यातशा लक्षावृत्तात.

८. सृष्टिक्रम, कारणाशिवाय कांहीं कार्य घडत नाही; आकाशमिक किंवा अवचित गोष्ट सृष्टींत नसते.

मनुष्ये सृष्टीचें लक्षपूर्वक अवलोकन करूं लागल्यावर त्यांस पहिली गोष्ट ही समजली की, कांहीं गोष्टी नियमित क्रमानें घडतात, आणि कित्येक कारणांपासून नेहमी तीच तीच कार्ये होतात. आकाशांत नेहमी एका दिशेस सूर्य उगवतो, व दुसऱ्या दिशेस मावळतो. चंद्राचे फेरफारही एकामागून एक असे एकाच क्रमानें व नियमित कालानें घडतात. ज्याठिकाणीं आपण राहतों, त्या स्थळाच्या क्षितिजाखालीं कित्येक तारे कधी जात नाहीत. ऋतु बहुतेक नियमानें येतात; पाणी नेहमी डोंगरावरून खालीं वाहतें, अग्नीनें नेहमी पदार्थ जळतात, वीं पेरलें झणजे झाडें उगवतात, व त्यांपासून पुनः वीं उत्पन्न होतें, व त्या वीजापासून पुनः तींच झाडें उत्पन्न होतात. प्राणी उपजतात, वाढतात, झारतात होतात, आणि मरतात. या क्रिया

युगांची युगे एकाच तऱ्हेने चाललेल्या आहेत. याप्रमाणें अव-
लोकन केल्यावर सृष्टीतील क्रिया नियमित क्रमानें घडत
आहेत, आणि सृष्टवस्तूंमध्ये कार्यकारणभाव नित्य असतो, या
कल्पना मनुष्याच्या मनांत हळूहळू येत गेल्या. जेथे जेथे
असा क्रम नजरेस पडला, तेथे पदार्थांचा कार्यकारणभाव सम-
जला असें वाटूं लागलें, आणि ज्या गोष्टींचीं कारणें सांगतां येई-
नात त्या गोष्टी मात्र आकस्मिक किंवा अवचित घडल्या,
असें झणूं लागले.

परंतु ज्याप्रमाणें अधिकाधिक लक्षपूर्वक सृष्टीचें अवलोकन
करूं लागले, त्याप्रमाणें सृष्टगोष्टींत सर्वत्र व्यवस्था व अनुक्रम
आहेत, असें अधिकाधिक दृष्टीस पडूं लागलें. आणि जेथें अ-
व्यवस्था दृष्टीस पडली, तेथें केवळ व्यामोह आहे असें सिद्ध
झालें. ज्या गोष्टींचीं कारणें आपणास समजत नाहींत त्या गोष्टी
खरोखरच कारणाशिवाय किंवा काकतालीय न्यायानें घडल्या असें
मानणारा कोणी वेडा मनुष्य प्रस्तुत आढळणार नाहीं. जेव्हां आ-
पण झणतो कीं, एखादी गोष्ट अकस्मात झणजे कारणाशिवाय
घडली, तेव्हां तिचें कारण आपणास समजत नाहीं, किंवा ती
विवक्षित गोष्ट कशानें घडून आली हें समजत नाहीं, असा आ-
पल्या झणण्याचा खरा अर्थ असतो, असें प्रत्येक मनुष्य कबूल
करील. काकतालीय न्याय आणि अवचित किंवा आकस्मिक
गोष्टी हे केवळ अज्ञानाचे पर्याय आहेत.

असें समजूं कीं, या वेळीं आपण आपल्या घराच्या खिडकीं-
तून बाहेर पाहिलें तों पाऊस फार पडत आहे, वारा जोरानें वा-
हत आहे, व झाडांच्या फांद्या हव्या तशा इकडून तिकडे जोरानें
हालत आहेत, असें नजरेस आलें. आतां अशा वेळीं एखादा
मनुष्य ह्या झाडांपैकीं एखाद्या झाडाखालीं आश्रयास राहिल्या

असला, आणि नेहमी पेक्षां ज्यास्त तुफान वारा सुटून झाडाची खांदी मोडून त्यावर पडली, व त्यास दुखापत झाली, तर यास आकस्मिक गोष्ट असें आपण झणूं. ज्यास दुखापत झाली, तो कदाचित् असें झणेल कीं, मी अवचित बाहेर गेलों, आणि सहजी झाडामुली जाऊन आश्रा घेतला झणून हा अपघात किंवा ही आकस्मिक गोष्ट घडली. परंतु या ठिकाणीं सुद्धां कांहीं आकस्मिक किंवा अवचित गोष्ट घडलेली नाही. शंकडों मेल दूर वातावरणावर ज्या कांहीं कारणांचे कार्य घडते, त्याचा परिणाम तुफान असते. झाडाचे प्रत्येक पान जें हालत असते तें केवळ पानाच्या पृष्ठभागावर वाऱ्याच्या यांत्रिक शक्तीचें जें कार्य घडते त्याचा परिणाम असते. आतां जर खांदी मोडली तर खांदी बळकट नव्हती, व वाऱ्याचा जोर पार होता, झणून असें घडलें हे उघड आहे. आतां ती मनुष्यावर पडली हेंही कार्य दुसऱ्या नियमित सृष्टकारणांचा परिणाम असलें पाहिजे. मनुष्याचे झाडामुली असणे हें या कार्यकारणमालिकेंतील फक्त शेवटले कारण होय. ज्या कारणानें प्रथमतः तो बाहेर पडला, त्यापासून झाडामुली जाण्यास जे त्यास कारण घडलें, तेथपर्यंत सर्व कार्यकारणे एकांमागून एक अशी स्वाभाविक अनुक्रमानें घटन गेली.

ही कार्यकारणमालिका पार लांब व बिकट आहे, व हिचा परिणाम मनुष्यावर खांदी पडणें हा घडला. परंतु या कार्यकारणमालिकेचा स्पष्ट खुलासा करण्याजोगें आपणास ज्ञान नाही, झणून आपण अशा गोष्टीस अवचित गोष्ट किंवा अपघात असें नांव देतो.

९. सृष्टीचे नियम, नियम कार्याचीं कारणें नसतात.

लक्षपूर्वक वारंवार अवलोकन केल्यावर आपणास समजतें

कीं, विवक्षित परिणाम घडण्यास नेहमी विवक्षित कारण असतें; आणि विवक्षित गोष्टी नेहमी एकाच क्रमानें घडतात. याप्रकारचें जें आपणास ज्ञान होतें, त्यासच सृष्टीचा नियम असें आपण झणतो. कोणत्याही जड पदार्थास आधार नसला झणजे तो जमिनीवर पडतो, हा एक सृष्टीचा नियम आहे. साधारण स्थितींत शिसें मऊ व जड असतें, पण गार कठीण व ठिसूळ असते, हाही सृष्टीचाच नियम आहे. कारण अनुभवावरून आपणास असें कळतें कीं, सर्व जड पदार्थ आधार नसला झणजे नेहमी जमिनीवर पडतात, आणि साधारण स्थितींत शिसें नेहमी मऊ असतें व गार नेहमी कठीण असते.

सारांश सृष्टवस्तूंच्या गुणधर्माविषयी आणि सृष्टिक्रमाविषयी जें जें आपणास ज्ञान होतें त्या प्रत्येकास सृष्टीचा नियम असें झणतां येईल. परंतु सृष्टीचे नियम हीं सृष्टीक्रमाचीं कारणें नसून सृष्टिक्रमाविषयीं जेवढें आपणास ज्ञान झालें असेल तेवढें सांगण्याचा एक मार्ग आहे, ही गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे; आणि याकडे जें अनेक वेळां दुर्लक्ष होतें तमें होऊं नये. सृष्टीचा जो नियम वर सांगितला, त्या नियमामुळे निराधार दगड पडत नाहींत; परंतु त्या नियमामुळे असें घडतें असें मात्र लोकाचुकीनिं कधीं कधीं झणतात. दगड व दुसरे जड पदार्थ निराधार असले झणजे त्यांवर जो नेहमी परिणाम घडतो, तो मात्र नियमांत सांगितलेला असतो, आणि हे सांगण्याचा नियम हा एक मार्ग आहे.

मनुष्याचें वर्तन परस्परांशीं कसें असावें हें ठरविण्यासाठीं जे कायदे मनुष्ये करितात, त्यांशीं सृष्टीच्या नियमांचें वर सांगितलेल्या गोष्टींत फार सादृश्य असतें. कर देण्याविषयीं कायदे असतात, आणि कोणी चोरी व खून करूं नये याविषयींही कायदे असतात. परंतु मनुष्ये कर देतात, आणि चोरी व खून करीत

नाहींत, याचें कारण कायदे नसतात. जर कोणी कर दिले नाहींत, आणि चोरी किंवा खून केला तर जे परिणाम घडतील ते मात्र कायद्यांत सांगितलेले असतात. कर देण्याचें आणि गुन्हा न करण्याचें कारण भावी परिणामाची भीति होय, आणि कायद्याची अंमल बजावणी खचित होईल, अशी त्यांस खात्री असते, झणून ही भीति उत्पन्न होते. विशेष प्रसंगी लोक काय करितील हें मनुष्यांनीं केलेल्या कायद्यांवरून किंवा नियमांवरून समजतें, आणि विशेष प्रसंगी किंवा विशेष स्थितींत सृष्टपदार्थांचें वर्तन कसें घडेल, किंवा त्यांचीं कार्यां कशीं घडतील, हें सृष्टीच्या नियमांवरून समजतें. दोनही प्रकारचे नियम आपल्या ज्ञानशक्तीस उद्देशून असतात. झणजे दोनही प्रकारच्या नियमांत अशी माहिती असते कीं, आपणास ज्ञानशक्ति आहे झणूनच तिचा परिणाम आपणावर होतो. त्यांचा आपल्या बुद्धीवर जो परिणाम होतो त्या व्यतिरिक्त ते नियम केवळ ध्वनि किंवा निरर्थक ओढलेल्या रेघोच्या होत.

मनुष्यानें केलेले कायदे आणि सृष्टीचे नियम या दोहोंमध्ये जरी इतकें पुष्कळ सादृश्य आहे, तरी त्यांमध्ये जें एक विशेष प्रकारचें अंतर आहे, त्याकडे दुर्लक्ष करणें योग्य नाहीं. ज्यांस नियमांचा अर्थ समजण्याची शक्ति असून इच्छेप्रमाणें वागतां येतें, त्यांसच उद्देशून मनुष्यानें केलेले कायदे असतात, आणि अमक्या रीतीनें वर्तन ठेवावें अशाविषयी त्यांत आशा असतात. त्या आशा पाळणें किंवा न पाळणें हें त्यांच्या मजीवर आहे. हे कायदे कोणी मोडिले असतां ते निरर्थक किंवा व्यर्थ होत नाहींत, किंवा त्यांची योग्यता ही कमी होत नाहीं. परंतु सृष्टीचे नियम अशा आशा नसून सृष्टीचा क्रम एकसारखा कसा चालला आहे. याविषयी त्यांत सांगितलेलें असतें. आणि जों-

पर्यंत त्या नियमांनी तो क्रम दर्शविला जातो, तोपर्यंत मात्र त्यांस नियम असें झणतां येतें. सृष्टीचे नियम मोडणें किंवा त्यांचा अंमल कांहीं वेळ तहकूय करणें असें झणणें झणजे केवळ वेडेपणा किंवा असमंजसपणा होय. असें झटलें असतां त्यांचा अर्थ एवढाच होईल कीं, विशेष प्रसंगीं नियमांत सांगितलेल्या गोष्टी खऱ्या नसतात; आणि यापामून वास्तविक असें अनुमान काढावयाचें कीं, सृष्टिक्रमाचा भंग झाला नमून क्रम कसा चालला आहे, हें सांगतांना आपली चुकी झाली आहे. खरा सृष्टीचा नियम हा अगदीं सर्वव्यापक असतो, व त्यास कधीही अपवाद असत नाहींत.

मनुष्यसमाज जेथें असेल तेथें मात्र मनुष्यांनं केलेले कायदे त्या समाजास लागू असतात. त्याच्या अभावीं त्यांचा कांहीं अर्थ नमतो. सृष्टीच्या नियमांत सृष्टीची साधारण राहाटी कशी चालली आहे हें सांगितलेलें असतें; आणि मनुष्यसमाज हा एक सृष्टीचा यःकश्चित् अंश आहे.

१०. व्यवहारांत आपलें वर्तन कसें असावें हें आपणास सृष्टिज्ञानावरून समजतें.

कोणतेही कार्य कारणाशिवाय घडत नाहीं आणि सृष्टीतील प्रत्येक गोष्ट नियमित क्रमानेंच घडत आहे. दणून सृष्टिक्रमाविषयीं जें ज्ञान आपणाम करून घेतां आलें आहे, त्याचा जर सृष्टीच्या नियमांत बरोबर रीतीनें विनचुक अशा भाषेत समावेश केला तर सृष्टीच्या नियमांपैकीं जेवढे नियम आपणास समजतील, तेवढ्यांचें ज्ञान करून घेणें हें आपणास फार महत्त्वाचें होईल. कारण तेणेंकरून आपणास आपलें वर्तन कसें ठेवावें हें ठरवितां येईल.

जर कोणी एखादा मनुष्य परक्या देशांत जाऊन तेथील कायद्यांचें ज्ञान करून न घेतां राहून झणेल, तर तो लवकरच

पेचांत येईल. असा मनुष्य दंडास पात्र झाला, कैदेंत पडला, किंवा मुळीं गेला तर शाहाणे व समंजस लोक असें ह्मणतील कीं त्यानें आपल्यावर हें अरिष्ट आपल्या वेडेपणानें आणिलें.

याचप्रमाणें सृष्टीच्या नियमांचें ज्ञान करून न घेतां या पृथ्वीच्या पाठीवर एखादा मनुष्य कालक्रमण करण्यास यत्न करूं लागला तर येथें त्याचें राहणें अल्प काळच घडेल; आणि त्या अल्प काळाचाही महत्तम भाग दुःखांत जाईल. मनुष्यानें केलेल्या कायद्यांपेक्षां सृष्टीच्या कायद्यांची ह्मणजे नियमांची अशी विलक्षण गोष्ट आहे कीं, त्यांची अंमल बजावणी करण्यास समन्स काढावें लागत नाही किंवा फिर्याद करावी लागत नाही. वास्तविक पाहिलें असतां सृष्टीच्या नियमांपैकी कांही नियमांकडे लक्ष न देतां अर्धा दिवस मुद्धां व्यवस्थितपणें कोणासही राहतां येणार नाही. आपणांपैकीं हजारो लोक दररोज प्राणास मुकतात, किंवा दुःखांत दिवस कंठितात, याचें कारण एवढेंच कीं सृष्टीच्या नियमांचें ज्ञान करून घेण्याची जितकी उत्कंठा मनुष्यांमध्ये यावी, तितकी अद्याप आली नाही.

सृष्टपदार्थांच्या धर्मांच्या ज्ञानावर सर्व कला व उद्योग धंदे अवलंबून आहेत, हे पूर्वाच समजण्यांत आले आहे. सृष्टपदार्थ मिळवून त्यांची जोडाजोड हवीतशी आपणास करितां येते. परंतु मोठमोठ्या सृष्टपदार्थांवर आणि सृष्टीतील कार्यकारणभावाच्या साधारण क्रमावर जरी आपला अंमल चालत नाही, व त्यांत आपणास फेरफार करितां येत नाही; तथापि या पदार्थांचे गुण धर्म समजले, व त्यांच्या परिणामांमधील साधारण क्रम समजला, ह्मणजे जे आपणाम प्रतिकूल व अपकारक असतील त्यांस टाळतां येतें, आणि जे अनुकूल व हितकारक असतील त्यांपासून आपलें हित साधून घेतां येतें.

जरी ऋतुमानांत आपणास फेरफार करितां येत नाही, किंवा वनस्पति ज्या रीतीने वाढतात, त्यांत कांही फेरबदल करितां येत नाही, तरी यांचा सृष्टिक्रम कसा आहे, हें समजलें ह्मणजे आपणास फेरणीविषयी व कापणीविषयी योग्य व्यवस्था करितां येते. आपणाम वारा उत्पन्न करितां येत नाही; परंतु वारा जेव्हां वाहतो, तेव्हां त्याचा जोर किती आहे, व तो कोणत्या दिशेने वाहत आहे, हें समजलें ह्मणजे जाहाजें व पवनचक्या चालविण्यास त्याचा उपयोग करून घेतां येतो. वीज पडते, तिला प्रतिबंध करितां येत नाही; परंतु विशुद्धाहकाच्या साधनांने तिजपायून ह्मणारे अनर्थ आपणाम टाळता येतात. विशुद्धतेचा वीज हा एक प्रकार आहे, आणि विशुद्धतेच्या धर्मांपैकी कांही धर्मांचे ज्ञान ज्ञान ह्मणजे तेंपेकून इमारतीस विशुद्धाहक लावितां येतात. अशी ह्मण आहे की, “पुढच्यास टेंच आणि मागचा जाहणा.” या ह्मणीप्रमाणे सृष्टीच्या नियमांचें ज्ञान ज्ञान्यानें सृष्टिपदाथार्थी कोण पुढे करी घडतील याची अटकळ पूर्वी करितां येते.

११. शास्त्रः अवलोकन, प्रयोग, आणि अनुमान यांपासून झालेले सृष्टीच्या नियमांचें ज्ञान.

साधारण ज्ञान आणि शास्त्रीयज्ञान या दोहोंस अगदी वेगळे समजतां येणार नाही. साधारण अनुमान आणि शास्त्रीय अनुमान यांविषयीही असेच हाटले अमतां चालेल. वास्तविक हाटले ह्मणजे यथार्थ व मृध्म जे ज्ञान तेंच शास्त्र होय. आणि यथातथ्य जे अनुमान तेंच शास्त्रीय अनुमान होय. जिच्या योगानें मोटमोटे शास्त्रीय दोष लागले आहेत, ती अवलोकन आणि प्रयोग करण्याची पद्धत आणि व्यवहागंतील आपली रोजची अवलोकन व प्रयोग करण्याची पद्धत या दोन्ही वस्तुतः एकच आ-

हेत. मात्र पहिली शुद्ध, यथार्थ व निश्चित असते. मुळास नवें खेळणें मिळालें झणजे तें मूल त्यास नीट न्याहाळून अवलोकन करितें व नंतर त्याचे उपयोग व धर्म काय आहेत, हें पाहण्यासाठी त्याच्याशीं खेळूं लागतें, झणजे प्रयोग करूं लागतें. आपणही सर्वकाळ कोणत्या तरी वस्तूचें अवलोकन करून त्याचे प्रयोग करित असतां.

परंतु ज्यांनीं सृष्टीचें अवलोकन यथार्थ रीतीनें कधीही केलें नाहीं त्यांस हें काम मोठें विकट आहे असें वाटेल, व त्याचें त्यांस मोठें आश्चर्य दिसेल. अगदीं रोजच्या पाहण्यांतल्या व हमेशा घडणाऱ्या अशा एखाद्या गोष्टीचें शंभगंत एकाम सुद्धां यथार्थ वर्णन करितां येत नाहीं. याचा अर्थ असा की, एखादी गोष्ट प्रत्यक्ष घडली असून महत्त्वाची असतांही तो तिचे वर्णन करणार नाहीं, किंवा जी गोष्ट घडल्याचें प्रत्यक्ष त्यानें पाहिलें नाहीं, पण ती घडली असावी असें सहजरीत्या अनुमान मात्र जीवित्या त्यानें केलें असेल ती गोष्ट घडली, असा गर्भित किंवा सूचक अर्थ निघण्या सारखें तो तिचे वर्णन करील. जेव्हां दोन सत्यवादी झणजे खरें सांगणारे साक्षीदार न्यायाच्या कोर्टात परस्पर विरुद्ध असा मजकूर सांगतात, तेव्हां बहुतकरून असा प्रकार असतो की त्यांनी ज्या गोष्टी प्रत्यक्ष पाहिल्या असतील त्या आणि त्यांवरून त्यांनी जी अनुमानें काढिली असतील, ती अनुमानें या दोहोंची योग्यता एकच समजून यांपैकीं हवेंतें सांगून तें खरें आहे असें प्रतिपादन करितात. अ शपथेवर सांगतो की, झेने आपला म्विसा कापला व त्यांतील वस्त चोरिली. परंतु वास्तवीक असा प्रकार असतो की, झे जवळ असतांभा आपल्या खिशांत कोणी हात घातला इतकेंच अला आढळतें. परंतु झेने वस्त चोरिली नसून तिसऱ्या कने चोरिलेली असते, व

त्यास अने पाहिलेले नसते. ज्यांस अवलोकन कसे करावे या-
विषयी शिक्षण मिळालेले नसते, असे लोक ज्या गोष्टी प्रत्यक्ष
पाहतात व त्यांपामून ते जी अनुमाने काढतात, या दोहोंची
कर्धी कर्धी पार विलक्षण रीतीने भेसळ करितात. परंतु अनु-
भविक व लक्षपूर्वक अवलोकन करणाऱ्यांच्या हातून मुद्दां अशी
चूक होण्याचा हंमेश संभव असतो.

जे अवलोकन पूर्ण व यथातथ्य असून त्यांत नकळत काढ-
लेली अनुमाने नसतात, त्यास शास्त्रीय अवलोकन असें ह्मणावे.

सृष्टपदार्थास एकत्र करून त्यांचा संयोग केला, किंवा त्यांचे
पृथक्करण करून त्यांचे अवयव वेगळे काढिले, किंवा पदार्थ
ज्या स्थितीत असतील त्या स्थितीत कांही पेरफार केले, तर जे
परिणाम घडतात, त्यांचे जे अवलोकन त्यास प्रयोग असें ह्म-
णावे. ज्या स्थितीचे आपणाम योग्य व यथार्थ ज्ञान आहे,
अशा कृत्रिम स्थितीत केलेले जे शास्त्रीय अवलोकन त्यास शा-
स्त्रीय प्रयोग असें ह्मणतां येईल.

पाणी कर्धी कर्धी गोठते, हें आपण नेहमी पाहतों. परंतु
पाणी कोणत्या स्थितीत असतां ते गोठते, ह्मणजे त्याचे रूपांतर
होऊन वर्ष होते, हें अवलोकन करणें ह्मणजे शास्त्रीय अवलो-
कन करणें होय. आपण जे नेहमी अगदीं साधे प्रयोग करितों
त्यांवरून लांकूड पाण्यावर तरते हें आपण पाहतों. परंतु या-
विषयी शास्त्रीय प्रयोग केला ह्मणजे तें आपल्या एवढ्या वजनाचें
पाणी दूर करितें, हें समजतें.

साधारण अवलोकन आणि प्रयोग व शास्त्रीय अवलोकन
आणि प्रयोग यांमध्ये जो भेद आहे, तोच साधारण अनुमान व
शास्त्रीय अनुमान यांमध्ये आहे. याचा अर्थ असा की, शास्त्रीय
अनुमान शुद्ध व यथातथ्य असावे लागते. यथार्थ रीतीने अव-

लोकन करण्या सारखेंच व यथार्थ रीतीनें विचार करणें किंवा अनुमान काढणें कठीण आहे.

शास्त्रीय अनुमानांत अनेक विशेष गोष्टींचें अवलोकन केल्यानें साधारण नियम निघतात. हे साधारण नियम स्थापित झाले ह्मणजे रोजच्या व्यवहारांत ज्याप्रमाणें आपण अनुमानें काढितो, त्याचप्रमाणें त्या नियमांपासून अनुमानें निघतात एखादा मुलगा ह्मणतो कीं, संगमरवरी दगड कठीण आहे. तेव्हां त्यानें जे संगमरवरी दगड पाहिले असतील, व हातांत घेतले असतील त्यांवरून तो संगमरवरी दगडांविषयीं हा सिद्धांत करितो. साधारण अनुमान काढण्याच्या या रीतीस पारिभाषिक भाषेंत **आकर्षानुमान** किंवा विशेष परीक्षापूर्वक साधारण अनुमान असें ह्मणतां येईल. आतां जर त्यास कोणी सांगितलें कीं, संगमरवरी दगड दातांनीं फोडून दाखीव. तर तो तमें करित नाही. कारण 'संगमरवरी दगड कठीण असल्यामुळें दातांनीं फोडतां येणार नाहीत' या साधारण नियमांवरून तो समजून उमजून किंवा नकळत हें **विशेष अनुमान** काढितो. विशेष अनुमान काढण्याची रीति साधारण अनुमान काढण्याच्या रीतीच्या उलट असते. साधारण गोष्टींवरून किंवा गृहीत अगर सिद्ध गोष्टींवरून विशेष गोष्ट आपण सिद्ध करितो, किंवा विशेष नियम काढितो त्यास साधारण परीक्षापूर्वक विशेष अनुमान किंवा **निष्कर्षानुमान** असें ह्मणतां येईल.

न्यायशास्त्र किंवा तर्कशास्त्र यांत अनुमान काढण्याच्या रीतीविषयीं विवेचन असतें. ह्मणून तें शास्त्र शिकलें ह्मणजे याविषयीं जास्त समजेल. प्रस्तुत हतकें समजणें बस आहे कीं, अनेक वेळां अवलोकन व प्रयोग करून सृष्टपदार्थांविषयीं काढलेले जे साधारण नियम तेच सृष्टीचे सिद्धांत होत; किंवा त्या अवलोकना-

पामून आणि त्या प्रयोगांपामून काढलेली साधारण किंवा निष्कर्षांनुमाने होत. शास्त्रामध्ये ज्या व्यावहारिक व सांकेतिक गोष्टी सांगितलेल्या असतात, त्या वरील साधारण नियमांपामून काढलेली विशेष अनुमाने असतात.

व्यावहारिक ज्ञान आणि शास्त्रीय ज्ञान ही परस्पर विरुद्ध आहेत, असे लोक कधी कधी समजतात. परंतु तशी गोष्ट नाही. व्यावहारिक ज्ञान पूर्णतेस आले हाणजे शास्त्र बनले असे समजावयाचे. शास्त्रीय अनुमाने ही केवळ पार लक्षपूर्वक काढलेली व्यावहारिक अनुमाने होत, आणि साधारण किंवा व्यावहारिक ज्ञान जसजसे यथार्थतेस व पूर्णदशेस येते, त्याप्रमाणे तेच शास्त्रीयज्ञानाच्या योग्यतेस पोचते.

साधारण ज्ञान मिळविणे हाच शास्त्रीय ज्ञान मिळविण्याचा मार्ग आहे. लक्षपूर्वक अवलोकन व प्रयोग करून हे ज्ञान आपणाम वाढविले पाहिजे; व या आपल्या खटपटीपामून व शोधांपामून जी अनुमाने निघतात, त्यांस सृष्टीच्या नियमांचे रूप बरोबर रीतीने कसे द्यावे हे आपणाम शिकले पाहिजे. हे नियम समजल्यावर त्यांपामून यथार्थ रीतीने अनुमाने कशी काढावी, आणि व्यवहारांत आपणाम उपयोगी पडतील अशा सृष्टीच्या व गोष्टी कशा घडतात, याची कारणे कशी शोधून काढावी हेही आपणाम शिकले पाहिजे.

(२) जड वस्तु.

अ. खनिज पदार्थ

१.२. पाणी या सृष्टपदार्थाविषयी.

साधारण सृष्टपदार्थांपैकी पाणी हा एक गेजच्या पाहण्यांतला पदार्थ आहे. प्रत्येक मनुष्य गेजच्या गेज त्याचा कोणत्या तरी

रीतीनें उपयोग करितोच. ह्मणून प्रत्येकास त्याविषयीं बरीच अर्धवट माहिती ह्मणजे साधारण ज्ञान असतें. परंतु बहुत ककरून यापैकीं पुष्कळ ज्ञानाकडे त्याचें कधीं लक्ष गेलेलें नसतें. पाण्याविषयीं जितकें ज्ञान करून घेतां येईल, तितकें ज्ञान करून घेण्यास ज्यांनीं कधीं खटपट केली नाही, त्यांस तर या(पाण्या)च्या अनेक शक्ति व धर्म यांचें व जे नियम पाण्यानें व्यक्त होतात अशा अनेक सृष्टीच्या नियमांचें ज्ञान असणार नाही, हें खचित आहे; आणि यामुळें ज्या कित्येक गोष्टींचीं कारणें सांगणें फार सोपें आहे, त्यांचीं कारणें त्यांस सांगतां येणार नाहीत. यास्तव पाण्याच्या गुणधर्मांचें ज्ञान करून घेऊन शास्त्र शिकण्यास आपणास आरंभ करितां येईल.

१३. पाण्यानें भरलेला पेला.

असें समजूं कीं, आपल्या जवळ पाण्यानें अर्धा भरलेला कांचेचा पेला आहे. यांतील पेला हा कृत्रिम पदार्थ आहे; (कलम ५) ह्मणजे कित्येक सृष्टपदार्थांचें मिश्रण करून आणि त्या मिश्रणास एकत्र वितळवून त्याची कांच बनेपर्यंत त्यास उष्णता दिली आहे, आणि त्या कांचेस कारागिरानें पेल्याचा आकार दिला आहे. परंतु त्यांतील पाणी हा अकृत्रिम पदार्थ आहे. हें पाणी नदीचें, तळ्याचें, किंवा झऱ्याचें असेल, किंवा घराच्या छपरावर पडलेलें पावसाचें पाणी एखाद्या रांजणांत धरून त्यांतील आणलेलें असेल.

पहा या पाण्याच्या आंगीं अनेक चमत्कारिक धर्म आहेत. उदाहरण तें पारदर्शक आहे ह्मणजे आपणास त्यांतून पार पलीकडे पाहतां येतें. तें थंड लागतें, त्यानें तहान भागते, व त्यांत साखर विरघळते. परंतु आरंभीं या धर्माविषयीं विचार करणें फार सोईचें होणार नाही.

१४. पाणी जागा व्यापितें, प्रतिबंध करितें, जड आहे, आणि स्वतःस मिळालेली गति दुसऱ्या वस्तूस देऊ शकतें; यास्तव पाणी हें एक प्रकारचें द्रव्य आहे.

पेल्यांत जे पाणी आहे, त्यानें पेल्यांतील पोकळी अर्धी भरलेली आहे. ह्मणून त्यानें तितकी जागा व्यापिली आहे, किंवा तेवढा त्याचा आकार आहे. बहुतेक याच आकाराचा असा दुसरा एक पेला घेऊन या पहिल्या पेल्यांत बुडाकडून घालूं लागलों, तर पाण्यापर्यंत वृद्ध पोचलें ह्मणजे त्यास पुढें खाली उतरण्यास पाण्याचा प्रतिबंध होतो, आणि पाणी मूळ जाग्यांतून दूर झाल्या शिवाय दुसऱ्या पेल्याचें वृद्ध खाली उतरत नाही, असें आपल्या अनुभवास येईल. कांहीं उंची वरून जर एखादा मनुष्य पाण्यांत पडला तर तो पाण्यावर आदळून त्यास मांटा धक्का दमतो, ह्मणून पाण्याच्या आंगी प्रतिबंध करण्याची शक्ति आहे.

पेल्यांतील पाणी ओतून टाकिले तर पेल्या पूर्वी पेश्यां वगळ हळका लागतो. ह्मणून पाण्यास वजन आहे.

आणि ज्यास फारसा आधार नाही, अशा पदार्थावर पाणी फेकिलें तर तो पदार्थ पाण्याच्या जोराने कलडेल. ह्मणजे पाण्यास गति दिल्यानें ती गति दुसऱ्या पदार्थास देण्याचें त्याच्या आंगी सामर्थ्य आहे.

सृष्टींत ज्या गोष्टी घडतात, त्यांस सृष्टक्रिया असें ह्मटलें असतां चालेल. यास्तव या वर्गील गोष्टीस सृष्टक्रिया हें नांव देतां येईल. या सर्वांचें मूळ कारण पाणी आहे, व त्यांपासून हीं कार्ये घडलीं आहेत. ह्मणून यांस पाण्याचे धर्म असें (कलम ४) ह्मणतां येईल.

ज्या वस्तु कांहीं जागा व्यापितात, प्रतिबंध करितात, गुरुत्वविशिष्ट असतात, आणि दुसऱ्या वस्तूंवर आपटल्या असतां

त्यांस गति देतात, त्या सर्वांस जडवस्तु किंवा पदार्थ किंवा नुस्तें द्रव्य असें ह्मणतात. ह्मणून पाणी हा एक द्रव्याचा प्रकार आहे, किंवा हें एका जातीचें द्रव्य आहे.

१५. पाणी पातळ आहे.

जरी पाणी कांही जागा व्यापितें, तथापि त्यास नियमित आकार नमून तें ज्या भांड्यांत असेल त्या भांड्याचा हुबेहुब आकार त्यास प्राप्त होतो, हें तुमच्या नजरेस येईल. जर पेला नळी सारखा गोल व लांबट असेल तर पेला उभा धरिला असतां पाण्याचा पृष्ठभाग वर्तुळाकार दिसेल, आणि पेला कलता धरिला ह्मणजे तोच आकार दीर्घ वर्तुळाकार ह्मणजे बदामासारखा लांबट वर्तुळाकार दिसूं लागेल. तसेंच कोणत्याही आकाराचें भांडे असलें तरी त्यांत पाणी ओतलें ह्मणजे पाण्याच्या वाजू नेहमी भांड्याच्या वाजूंवर बरोबर टेकलेल्या असतात. पाण्यांत बोट घातलें तर फारसा अडथळा न होतां बोट हवें तिकडे त्यांत फिरवितां येते. पाण्यांतून बोट काढिलें तर तेशे खळगा राहत नाही. परंतु जी जागा बोटानें व्यापिली होती, त्याठिकाणी चोहोंकडून पाणी येऊन ती पोकळी लागलीच भरते. मृठभर पाणी बाहेर काढतां येत नाही. कारण तें बोटानून वाहून जाते. आणि त्याचप्रमाणे पाण्याचा आपणास ढीगही घालतां येत नाही. या सर्व गोष्टींवरून असें दिसतें की, पाण्याचे सर्व भाग सहजरीत्या एकमेकांवर सरकतात. जर पेला कलता धरिला तर त्यांतिल पाण्याच्या पृष्ठभागाची पातळी पेलाच्या कडेवर एकेवाजूस चढते. ह्मणून या ठिकाणी त्या पाण्यास पेलाचा कांहींमा आधार कमी असतो, ह्मणून पाणी बाहेर सांडतें; व त्याची धार जमिनीवर पडते, व तेथून तें जिकडे तिकडे पसरून ज्या अतिस्थोल जागा मिळतील त्यांत वाहतें किंवा हळू हळू जमिनीच्या फटींत व चिरीत जिरतें.

पाण्याचे भाग याप्रमाणें सहजरीत्या सरकतात, आणि एकमेकांवरून जातात. तरी त्यांमध्ये कांहीं परस्पर आकर्षण असतें. पाण्याच्या पृष्ठभागास जर बोट लाविलें तर कांहीं धोडें पाणी बोट्यास लागतें; आणि पृष्ठभागापासून बोट जपून वर उचललें तर जवळचें पाणी एकत्र होऊन त्याचा लांबट थेंब बनतो, आणि तो ग्यालीं पडेपर्यंत त्याची लांबी बरीच होते. जेव्हां खुब दंब पडतें, तेव्हां भल्यापहाटेस झाडांच्या पानांवर आणि गवतावर पाण्याचे गोल थेंब आपणास दिसतात, व या ठिकाणींही पाण्याचे कण याच प्रमाणें एकत्र झालेले असतात.

ज्या जड पदार्थांचे भाग किंवा कण याप्रमाणें चल असून ते ज्या भांड्यांत असतील त्या भांड्याच्या बाजूंवर बराबर बसतात, किंवा टेंकतात, आणि त्यांस आधार नमला क्षणजे वाहतात, त्यांस प्रवाहीपदार्थ क्षणतात, आणि ज्या प्रवाही पदार्थांचे भाग एकमेकांपासून दूर न जातां पाण्याच्या कणाप्रमाणें एकत्र राहतात त्यांस पातळपदार्थ क्षणतात. क्षणून पाणी हा एक पातळ पदार्थ आहे.

१६. पाणी दुःसंकोच्य आहे.

दुसऱ्या कोणत्याही जड पदार्थाप्रमाणें पाण्यानें जी जागा व्यापिली असेल, त्याठिकाणीं दुसऱ्या पदार्थास येण्यास तें प्रतिबंध करितें, असें आपण पाहिलें. परंतु पुष्कळ पदार्थ असे असतात कीं जरी ते प्रतिबंध करितात, तरी चेंपून किंवा दाबून सहज त्यांस लहान आकार देतां येतो. तथापि पाण्यास तसें करितां येत नाहीं. इतर पातळ पदार्थांप्रमाणें पाणी ही दुःसंकोच्य आहे, क्षणजे पाण्याचा आकार अगदीं थोडासुद्धां कमी करण्यास त्यावर अत्यंत दाब घालावा लागतो. ज्या पातळ पदार्थांचे कण दिसण्यांत पाण्यासारखे चल असतात, त्याचा सं-

कोच करण्यास बहुतेक लोखंडा इतकें कठीण पडावें ही गोष्ट मोठी चमत्कार वाटण्यासारखी आहे. परंतु जेव्हां पाण्यास आपला आकार सहज बदलतां येतो, तेव्हां मात्र त्याचे कण सहज सरकतात. परंतु जर पाण्यास आपला आकार बदलूं दिला नाहीं तर त्याच्या कणांस एकमेकांकडे अधिक जवळ नेण्यास फार कठीण जातें. प्रत्यक्ष प्रयोग करून असें काढिलें आहे कीं, तोंड बंद केलेल्या भांड्यांत पाणी असलें तर त्यावर दर चौरसइंच पृष्ठभागावर ७॥ शेरांचा या मानानें जेव्हां दाब घालावा, तेव्हां त्याचा आकार सारा २०,००० कमी होतो. साधी पिचकारी घ्यावी, व तिचा दट्ट्या नळींत गच्च बसतो आहे, असें पाहून तिचें खालचें तोंड पाण्यांत बुडवावें, व दट्ट्या वर ओढावा. नंतर तोटी वर करून थोडें पाणी उडवून पाहावें; आणि याप्रमाणें पिचकारीची सर्व नळी पाण्यानेंच भरली आहे, याची खात्री करून घ्यावी. याप्रमाणें सर्व नळी पाण्यानें भरून पिचकारीच्या वारिक भोंकावर त्यांतून पाणी न जाण्याजोगें बोट गच्च दाबून धरावें आणि नंतर दट्ट्या आंत सारण्यास यत्न करावा, ह्मणजे अतिशय जोर केल्याशिवाय दट्ट्या आंत सरत नाहीं असें अनुभवास येईल. जर दट्ट्या किंचित् सरला, तर तो केवळ दट्ट्याच्या याजूनें पाणी वर आल्यामुळें सरला असावा असें समजावें. सारांश जर दट्ट्याचा तळ १ चौरस इंचाचा असला, आणि दट्ट्या नळींत बरोबर गच्च बसत असला, आणि नळीतील पाण्याच्या स्तंभाची उंची १ इंच असली तर दट्ट्यावर जेव्हां १५,००० शेरांचें (१८ $\frac{३}{४}$ खंडीचें) वजन ठेवावें, तेव्हां दट्ट्या $\frac{१}{९}$ इंच खाली सरेल.

१.७. वजन ह्मणजे काय ?

वजन हा जो पदार्थाच्या आंगां धर्म त्याचा आपण आतां

विचार करूं. जमिनीवरून एखाद्या पदार्थास उचलतांना किंवा त्यास हातांत धरितांना कांहीं जोर करावा लागला तर त्या पदार्थास वजन आहे असें आपण ह्मणतो. तसेंच जमिनीपासून कांहीं उंचीवर कोणत्या तरी आधारावर असलेला पदार्थ आधार काढून घेतांच जर खाली पडला तरीही त्यास वजन आहे असें आपण ह्मणतो. आतां जमीन ह्मणजे केवळ पृथ्वीचा पृष्ठभाग होय, आणि ज्या पदार्थास वजन आहे त्यास जमिनीच्या पृष्ठभागापासून कांहीं अंतरावर कोणत्या तरी आधारावर ठेविलें नसलें तर ते पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर लागलेच पडतात. ह्मणून ज्यास वजन आहे, त्यांच्या आंगां याप्रमाणें पडण्याचा कल असतो असें आपणास ह्मणतां येईल. हा प्रयोग पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर कोठेंही केला तरी असाच प्रकार घडतो. पाऊस पडतो तेव्हां पाण्याचे थेंब पडतात. हवा दांतांत असते तेव्हां येथें, इंग्लंदांत, अमिरिकेंत किंवा न्यूझिलंडांत पावसाची सर पाहिली, तरी थेंब जमिनीवर लंबरूपेंतच पडतात, असें नजरेस येईल. परंतु पृथ्वी गोलाकार आहे, आणि न्यूझिलंड हें इंग्लंडच्या बरोबर खालच्या बाजूवर आहे, आणि अमेरिका आपल्या खालच्या भागावर आहे; ह्मणजे भूगोलाच्या ज्या भागावर इंग्लंड आहे, त्याच्या खालच्या भागावर न्यूझिलंड आहे; आणि ज्या भागावर हिंदुस्थान आहे, त्याच्या खालच्या भागावर अमेरिका आहे. ह्मणून एक इंग्लंडांत व एक न्यूझिलंडांत आणि एक येथें व एक अमेरिकेंत अशा चार सरी एकाच वेळीं पडत असल्या तर पहिल्या दोहोंचे व दुसऱ्या दोहोंचे थेंब परस्पर उलट दिशांनीं एकमेकांकडे पडत राहतील. ह्मणजे जें पृथ्वीचें केंद्र दोहोंच्या मध्यें आहे त्याकडे पडतील. सारांश ज्या पदार्थास वजन आहे, त्या

सर्वांचा पृथ्वीच्या केंद्राकडे पडण्याचा कल असतो. याचा अर्थ असा की, जेव्हां आपण 'वजन' असें ह्मणतो, तेव्हां आपल्या ह्मणण्याचा अर्थ 'पदार्थाचा पडण्याचा हा कल' असा असतो. अमका पदार्थ जड आहे असें ह्मणणें, आणि जर त्यास आधार नसला तर तो जमिनीवर खचित पडेल, किंवा तो आपण हातांत घेतला तर त्यास धरण्यास आपणास कांहीं जोर करावा लागेल असें ह्मणणें, या दोहोंचा अर्थ एकच आहे.

१८. गुरुत्व आणि गुरुत्वाकर्षण.

गुरुत्व या शब्दाचा प्रथम जेव्हां उपयोग करूं लागले तेव्हां त्याचा अर्थ वजन हाच होता. ज्या पदार्थास वजन आहे, तो पदार्थ पृथ्वीच्या केंद्राकडे गुरुत्वामुळें ओढला जातो, असें ह्मणतात. परंतु केवळ वजन याहून जास्त व्यापक असा अर्थ गुरुत्व या शब्दामध्ये आतां आलेला आहे. अनेक वेळां लक्षपूर्वक अवलोकन आणि प्रयोग केल्यावरून सृष्टीचा साधारण नियम असा स्थापित झाला आहे की, ज्याप्रमाणें पावसाचा थेंब पृथ्वीवर पडतो, त्याचप्रमाणें प्रत्येक जड पदार्थाचा दुसऱ्या जड पदार्थाकडे जाण्याचा कल असतो. द्रव्य कोणत्याही जातीचें असलें तरी त्याचे कोणतेही २ भाग, त्यांस प्रतिबंध करण्यास मध्ये कांहीं नसल्यास, एकमेकांकडे चलन पावतील.

हें स्पष्ट करण्याकरितां अशी कल्पना करूं की, सुमारे $\frac{3}{4}$ इंच व्यासाचे पाण्याचे २ गोल थेंब हेच कायते सृष्टींत जड पदार्थ आहेत. यांचे आकार सारखे असतील, व द्रव्यसमुच्चयही (वजन) सारखे असले पाहिजेत. हे एकमेकांपासून कितीही अंतरावर असले तरी ते एकमेकांकडे जाऊं लागतील, आणि हळूहळू त्यांचा वेग वाढून ते आरंभी ज्या ठिकाणीं होते, त्या दोहों ठिकाणांच्या मधोमध शेवटीं परस्पर एकत्र मि-

ळतील किंवा भेटतील. परंतु जर एका थेंबाचा आकार दुसऱ्या थेंबाहून मोठा असला, तर मोठा थेंब लहान थेंबाहून हळू सरकेल आणि तितक्याच मानानें मोठ्या थेंबाच्या अधिक जवळ ते दोन्ही एकत्र मिळतील किंवा भेटतील. यावरून असें अनुमान निघतें कीं, जर एक थेंब पृथ्वीएवढा मोठा झाला, आणि दुसरा मात्र मूळच्या आकारा एवढाच राहिला, तर थोरल्या थेंबाचें धाकट्या थेंबाकडे चलन एकंदर अंतराच्या अतिसूक्ष्म अंतरांतून मात्र घडेल. यामुळें असें दिसेल कीं जणुकाय मोठा पदार्थ अगदीं स्थिरच राहिला, आणि त्यानें धाकट्या पदार्थास आपणाकडे ओढिलें.

दगांतून जेव्हां पाण्याचा एक थेंब सुमारे १ मैल उंचीवरून पृथ्वीवर पडतो, तेव्हां अगदीं थेट असाच प्रकार घडतो. त्या दाहोंचे मध्य सांधणाऱ्या रेषेत दोघांचें चलन घडतें, आणि ज्याप्रमाणें थेंब पृथ्वीकडे येतो, त्याचप्रमाणें पृथ्वीही वास्तविक त्या थेंबाकडे जाते. परंतु या रेषेत जेव्हा अंतरांतून (अवकाशांतून) प्रत्येक गमन करितो तें अंतर, त्याच्या द्रव्यसमुच्चयाच्या उलट प्रमाणांत असतें. झणजे द्रव्यसमुच्चय जसा जास्त असेल, त्याप्रमाणें अंतर (अवकाश) कमी असतें. त्यांमधील प्रमाण त्रैराशिकानें असें मांडितां येतें; “पृथ्वीच्या द्रव्यसमुच्चयास जसा थेंबाचा द्रव्यसमुच्चय तसें एका मैलास पृथ्वीनें क्रमण केलेलें अंतर.” हें उदाहरण जर कोणी केलें तर या प्रमाणांतील चौथें पद कल्पनासुद्धां करितां येणार नाहीं असा इंचाचा अतिसूक्ष्म भाग येईल. यास्तव व्यवहारांत पृथ्वीवर पडणाऱ्या सर्व पदार्थांच्या संबधानें पृथ्वी स्थिर असते असें मानतां येतें. कारण कोणत्याही पदार्थांतील द्रव्यसमुच्चयाची पृथ्वीच्या द्रव्यसमुच्चयाशीं तुलना केली असतां तो अगदीं अल्प असतो.

हा वेळपर्यंत जें आपणास ज्ञान झालें आहे, त्यावरून असें झणतां येईल कीं, जो नियम पाण्यास लागू आहे तोच नियम सर्वप्रकारच्या द्रव्यांसही लागू आहे. सर्व जातीच्या द्रव्यांच्या आंगीं गुरुत्व असतें, हा सृष्टीचा नियम आहे, असें आपण समजतो. झणजे कोणतेही दोन पदार्थ घेतले तरी प्रत्येकाचा दुसऱ्याकडे जाण्याचा कल असतो. मात्र एकांतील द्रव्यसमुच्चयापेक्षा ज्या मानानें दुसऱ्यांतील द्रव्यसमुच्चय जास्त असेल, झणजे एकाहून दुसरा जेवढा मोठा असेल, त्या मानानें त्याचा वेग कमी असतो; आणि ज्याप्रमाणें ते दोन पदार्थ परस्पर जवळ येतात, त्याप्रमाणें हा वेग अधिकाधिक वाढत जातो.

गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमांत याच अवलोकन केलेल्या-गोष्टींविषयीं दुसऱ्या अधिक स्पष्ट रीतीनें सांगितलेलें असतें. (पदार्थविज्ञान पहा.)

१९. वजनाचें कारण; आकर्षण; प्रेरणा किंवा जोर.

पदार्थांच्या आंगीं वजन कां असतें, याचें कारण आपणास कांहीं माहीत नाहीं. गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमामुळें पदार्थ पडत नाहीं; (कलम ९ पहा.) आणि ते कां पडतात, हें त्यांच्या गुरुत्वावरून व्यक्त होत नाहीं. गुरुत्व हें एक वजनाचेंच दुसरें नांव आहे आणि गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमांत पदार्थ एकमेकांकडे कसे आकर्षिले जातात, हें मात्र सांगितलेलें असतें. परंतु ते तसे एकमेकांकडे कां जातात, हें कांहीं व्यक्त केलेलें नसतें.

गुरुत्व हें एक प्रकारचें ' आकर्षण ' आहे, आणि पृथ्वी पदार्थांस आकर्षण करिते झणून ते पृथ्वीवर पडतात, असें कित्येक पुष्कळ वेळां झणतात. परंतु ' आकर्षण करणें ' वाचा

अर्थ आपणाकडे ओढणें एवढाच आहे; आणि आकर्षण याचा अर्थ ओढण्याच्या क्रियेशिवाय दुसरा कांहीं नाही. जेव्हां दोन पदार्थ एकमेकांकडे जातात, तेव्हां त्यांस एकमेकांनीं 'एकमेकांकडे ओढिलें' असें ह्मणणें ह्मणजे जी क्रिया घडते, तिचें वर्णन करणें होय. येणेंकरून आपणास पूर्वापेक्षां या क्रियेच्या कारणांचें कांहीं जास्त ज्ञान होत नाही. मात्र याविषयीं जर आपण पोक्त विचार केल्या नाही तर पूर्वापेक्षां आपलें अज्ञान अधिकच आहे, असें उलटें वाटेल. कारण दोन्या व आंकडे यांणीं आपण नेहमी पदार्थास ओढितां, व त्यांशीं 'ओढणें' या शब्दाचा इतका निकट संबंध आहे, कीं परस्पर आकर्षण करणाऱ्या पदार्थांमध्ये या तऱ्हेची ओढण्याची कांहीं अदृश्य अशीं यांत्रिक साधनें असावी, अशी मात्र कल्पना सहजी मनांत येऊं लागते.

गुरुत्वाकर्षण ही एक प्रकारची प्रेरणा किंवा जोर आहे, असेंही ह्मणतात. प्रेरणा किंवा जोर या शब्दाचा फार उपयोग करितात, ह्मणून त्याचा अर्थ काय हें स्पष्ट करूं. एखाद्या पदार्थावर दाब घालण्यास किंवा त्यास गति देण्यास जेव्हां एखादा मनुष्य त्यास ढकलतो, किंवा ओढितो, तेव्हां त्यानें त्यास प्रेरणा किंवा जोर लाविला असें ह्मणतात. पैलवानाचा जोर त्याच्या मिठीवरून कळून येतो. चेंडू मारणारचा जोर चेंडूच्या शीघ्रगतीवरून समजतो.

यास्तव ज्या कारणानें गति देतां येते, किंवा दाब घालावयाचा असतो तेव्हां ज्या कारणाच्या आंगीं गति देण्याचा कल असतो, त्यासच आपण जोर किंवा प्रेरणा हें नांव देतो. ह्मणून गुरुत्व असलेला पदार्थ आपण आपल्या हातांत किंवा खांद्यावर घेतला, ह्मणजे जो दाब पडलासा वाटतो, त्याचें का-

रण गुरुत्वाचा जोर हें होय. आणि जेव्हां पदार्थ निराधार असून चलन पावण्यास मोकळा असतो, तेव्हां पृथ्वीच्या मध्याकडे जें त्याचें चलन घडतें त्याचेंही कारण गुरुत्वाचा जोरच असतें. परंतु या क्रियांच्या कारणांविषयीं आपणास कांहीं समजत नाहीं.

ज्या कांहीं क्रियांचीं कारणें आपणास कळत नाहींत, त्या कारणांचीं आकर्षण आणि प्रेरणा हीं केवळ नांवां आहेत. परंतु जी कार्यकारणमाला आणि जे सृष्टपदार्थ आपल्या अवलोकनांत येतात, त्यांपासून अगदीं स्वतंत्र अशा वस्तूंचीं हीं नांवां आहेत, असे समजून जो या शब्दांचा चुकीचा उपयोग करितात, त्यामुळें पुष्कळ गोंधळ होतो. यास्तव शास्त्र शिकण्यास आरंभ करितांना या गोष्टींविषयीं स्पष्ट कल्पना मनांत ठसण्याकरितां विशेष श्रम घेणें हें फार उपयोगाचें होणार आहे.

जर दोन पदार्थ चलन पावण्यास मोकळे असतील तर उत्तरोत्तर वाढत जाणाऱ्या अशा वेगानें ते एकमेकांकडे चलन पावतील: आणि दोघांची गांठ पडेपर्यंत प्रत्येक ज्या अंतरांतून चलन पावेल, तें अंतर त्यांतील द्रव्यसमुच्चयाच्या उलट प्रमाणांत असेल, हा एक सृष्टीचा नियम आहे, एवढें मात्र आपणास हा वेळपर्यंत कळले, व तें आपण लक्षांत ठेवूं. या माधारण गोष्टीस गुरुत्वाकर्षण असें नांव आहे. पृथ्वीवरील पदार्थांच्या संबंधानें यास वजन हें नांव आहे. या क्रियेचें किंवा गोष्टीचें जें कारण आपणास समजत नाहीं, त्यास आपण जोर किंवा प्रेरणा हें नांव देतो. पदार्थ एकमेकांकडे नियमित रीतीनें ओढले जातात, ही गोष्ट समजणें फार महत्त्वाचे आहे. नांवांत फार महत्त्व नाहीं. तीं केवळ नांवां असून प्रत्यक्ष वस्तु नाहींत, हें लक्षांत ठेविलें झणजे बस आहे.

२०. पाण्याचें वजन त्याच्या आकारमानाच्या प्रमाणांत असतें.

आतां केवळ साधारण वजनाचा विचार न करितां पाण्याच्या वजनाचा विचार करूं. रिकाम्या पेल्यापेक्षां पाण्यानें भरलेला पेला जड लागतो. कारण रिकामा पेला उचलण्यास जितका जोर लागतो, त्याहून भरलेला पेला उचलण्यास जास्त जोर लागतो. पेल्यांत जसजसें पाणी जास्त असेल, त्याप्रमाणें जास्त जोर लागतो. रिकामा पोहरा अगदी हलका लागतो, परंतु तो पाण्यानें भरला असला ह्याणजे त्यास उचलण्यास याहूनही जास्त जोर लागतो. आणि जर पाण्यानें भरलेले मोठे पीप घेतलें तर त्यास जाग्यावरून आपणाम हाव्यवितांही येत नाही. परंतु तें रिकामें असलें ह्याणजे आपणास सहज उचलतांही येत. यावरून असें दिसतें की पाण्याचा आकार जसा जास्त असेल, त्याप्रमाणें त्याचें वजन जास्त असतें, व आकार कमी असेल तसें वजन कमी असतें. तळहातावर जर पाण्याचा एक थेंब घेतला, तर त्याचें वजन कांहींच नाही, असें वाटतें; तथापि वास्तविक तसें नसतें हें स्पष्ट आहे. कारण तो थेंब हातावरून सोडिला ह्याणजे लागलाच ग्याली पडतो, ह्याणून त्यास वजन असलें पाहिजे. शिवाय असल्या कांहीं हजार थेंबांनी पेला भरतो, आणि जर १००० थेंबांचें कांहीं वजन भरतें, तर प्रत्येक थेंबाचें वजन त्याचा हजारवा हिस्सा भरलें पाहिजे. वजन उचलण्यास जो जोर लागतो असें वाटतें, त्यानें वजनाचें मान स्थूलमानानें समजतें. परंतु लहान वजनाची या रीतीनें बरोबर तुलना करितां येत नाही; आणि वजन फारच लहान असलीं तर तीं या रीतीनें लक्षांतही येत नाहीत. वजनाची बरोबर कल्पना येण्यास बरोबर रीतीनें वजन

मापण्याकरिता जें एक यंत्र केलेलें असतें, तें आपणास घेतलें पाहिजे.

२१. वजनें मापणें. तराजू.

या यंत्रास तराजू किंवा कांटा ह्मणतात. हा कांटा प्रत्येक किराणा जिन्नस विकणाराच्या दुकानीं आपण पाहतों. या यंत्रांत एक दांडी असून ती तिच्या मध्यावर बसविलेल्या एका टॅकूवर फिरती असते, आणि तिच्या दोहों टोंकांस दोन पारडीं टांगलेलीं असतात. जेव्हां दोन्हीं पारडीं रिकामीं असतात, तेव्हां दांडी क्षितिज पातळीशीं समांतर असते. परंतु ज्यास वजन आहे असा एखादा पदार्थ एका पारड्यांत घातला तर तें पारडें खालीं जातें, आणि दुसरें वर उचलतें. आतां जर रिकामें पारडें खालीं ओढिलें, तर पुनः दांडीस क्षितिज पातळीशीं समांतर करितां येतें. या स्थितींत आणण्यास जो जोर लागतो, तो दुसऱ्या पारड्यांत असलेल्या पदार्थाचें वजन जसें जास्त असेल, त्या मानानें जास्त लागतो. एका पारड्यांत जर एक औंसाचें वजन घातलें तर दुसरें पारडें बोटांनें दाबून त्या वजनास सहज उचलितां येतें. एक अच्छेराचें वजन घातलें तर याहून जास्त जोर लागतो; दाहा पौंडांचें घातलें तर सान्या बाहूंचा जोर लावावा लागतो; २५ शेरांचें वजन उचलण्यास याहूनही जास्त जोर करावा लागतो, आणि २ हंड्रेड-वेटांचें ह्मणजे ११२ शेरांचें वजन एका पारड्यांत घातल्यास रिकाम्या पारड्यावर आपला सारा जोर घातला तरी दुसरें पारडें हालणार नाहीं.

असें समजूं कीं, रिकाम्या पारड्यावर नुसतें हातानें न दाबितां ज्यास वजन आहे असा तुकडा त्यांत घातला, तर दुसऱ्या पारड्यांतील पदार्थाच्या वजना इतकें हें वजन झालें कीं, लागलीच

दांडी क्षितिज पातळीशीं समांतर होईल. याचा अर्थ असा की, पृथ्वीच्या मध्याकडे जाण्याचा एका पारड्याचा जितका कल आहे, तितकाच आतां दुसऱ्या पारड्याचाही आहे. आणि ज्यापेक्षां एकाही पारड्यास दुसऱ्यास बर उचलल्याशिवाय खाली जातां येत नाही, त्यापेक्षां तीं एकमेकांस समतोल धरितात, असें झटलें पाहिजे. ज्यांचा जोर सारखा आहे, अशीं दोन मुलें एकमेकांस ओढूं लागलीं असतां ज्याप्रमाणें तीं हालत नाहीत, त्यासारखाच हा प्रकार घडतो. जों पर्यंत परस्पर उलट दिशांच्या ओढी सारख्या असतात, तों पर्यंत एकाही मुलास हालतां येत नाही. परंतु जर एकास थोडा जास्त जोर करितां आला, तर त्यास लागलेच दुसऱ्यास ओढतां येतें.

२२. समान स्थितींत समान आकाराच्या पाण्याचें वजन नेहमी सारखें असतें. पिंड किंवा द्रव्यसमुच्चय. दार्ढ्य.

दोहों पारड्यांत छेद किंवा भाग पाडलेलीं अशीं दोन काचेचीं माप घालूं; आणि पारड्यांस बरोबर समतोल करूं. जर ताजवा चांगला असला, तर एका मापांत पाण्याचा नुसता थेंब घातला तरी मुद्दां तें पारडें खालीं जाईल, आणि त्या थेंबास वजन आहे, हें व्यक्त होईल. सारख्या भागांचे छेद पाडलेलीं जर दोन्हीं मापें असलीं, तर एका मापांत जेवढ्या आकाराचें पाणी घालूं तेवढेंच बरोबर दुसऱ्या मापांत घातलें तर मात्र दांडी पातळींत येईल, झणजे क्षितिजपाताळीशीं समांतर होईल. यावरून हें उघड दिसतं कीं, समान स्थितींत समान आकाराच्या पाण्याचें वजन नेहमीं सारखें असतें.

अठराव्या कलमांत असें सांगितलें कीं, पदार्थांचा एकमेकां-

कडे जाण्याचा कल असतो, आणि त्यांचा वेग त्यांच्या द्रव्यसमुच्चयाच्या उलट प्रमाणांत असतो. आतां द्रव्यसमुच्चयाचें मान कसें काढावें ? विवक्षित पदार्थ जी जागा व्यापितो त्या जाग्यावरून ह्मणजे त्याच्या आकारमानावरून, किंवा त्याच्या वजनावरून त्या पदार्थातील द्रव्यसमुच्चयाचें मान काढावें हें आपणास समजलें पाहिजे. तुझ्यास पुढें लवकरच समजेल की, ज्याप्रमाणें विवक्षित पदार्थावर दुसऱ्या पदार्थाचा दाब ज्या मानानें कमी जास्ती पडतो, आणि मुख्यत्वेन ज्याप्रमाणें त्यांच्या उष्णमानांत फेरफार होतो, त्याप्रमाणें सर्व पदार्थांचे आकार नेहमी बदलतात. परंतु पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर विवक्षित ठिकाणीं एकाच पदार्थाचें वजन नेहमी सारखें असतें; तें कधीं बदलत नाहीं. ह्मणून पदार्थातील द्रव्यसमुच्चय मापण्यास पदार्थाचें वजन हें आपणास प्रमाणभूत घेतां येईल. आतां हे उघड आहे की, एखाद्या पदार्थाचें दुसऱ्या एवढेच वजन असून त्याचा आकार मोठा असला, तर त्या आकाराच्या मानानें त्यांतील द्रव्य कमी असलें पाहिजे; व आकार लहान असला तर द्रव्य जास्त असलें पाहिजे. वजन आणि आकार या दोहोंमधील प्रमाणावरून आपणास त्या पदार्थाचें दाह्य समजतें.

आतां जें पाण्यास लागू आहे, तेंच दुसऱ्या सर्व द्रव्यसमूह पदार्थांस लागू आहे. ताजव्याच्या पारड्यांतील पाणी ओतून त्यांत शिसें घातलें, तर शिशाचा तुकडा बेतानें कापून दांडीस समतोल करितां येईल. असें झालें ह्मणजे दुसऱ्या पारड्यांतील

१. विवक्षित काळांत पदार्थ नितक्या अंतरांतून चलन पावतो, त्यावरून त्याचा वेग मापितात. दोहो पदार्थांपैकीं एक पदार्थ दर सेकंदास १ फूट अंतर चालतो, आणि दुसरा २ फूट चालतो, तर दुसऱ्याचा वेग पहिल्याहून जास्त आहे, असे म्हणतात.

पाण्याचें बरोबर वजन शिशाचा तुकडा दर्शवील; आणि जे लोखंडाचे किंवा पितळेचे तुकडे शिशाच्या तुकड्यास समतोल धरितील, त्यांचेही पाण्याइतकेंच वजन असेल; किंवा शिशाइतकें असेल; किंवा त्यांची वजने परस्पर बरोबर असतील. परंतु शिमें, लोखंड आणि पितळ यांच्या तुकड्यांचे आकार त्यांस समतोल धरणाऱ्या पाण्याच्या आकारापेक्षां पुष्कळ कमी असतील. यावरून असे आपणाम समजलें कीं, या धातूंची दाढ्यें, किंवा समान आकारांत असणारा द्रव्यसमुच्चय पाण्यापेक्षां पुष्कळ जास्त असल्या पाहिजे.

व्यापारी लोक ज्यांस वजनें ह्मणतात, ती शिमें, लोखंड किंवा पितळ यांची केलेली असतात; आणि त्यांची वजनें विवक्षित स्थितींत असलेल्या ह्मणजे पाण्याचें उष्णमान ६२° फा. असतां विवक्षित आकाराच्या पाण्याच्या वजनावरोबर असतात. या मानांत एक ग्यालन पाण्याचें वजन १० पौंड ह्मणजे ५ पके शेर भरणें; ह्मणून एक पेटभर पाण्याचें वजन १३ पौंड ह्मणजे अर्धेतर नवट्राक भरेल.

२३. समान स्थितींत निरनिगळ्या पदार्थांच्या समान आकारांचीं वजनें भिन्न असतात; ह्मणजे भिन्न भिन्न पदार्थांचीं दाढ्यें भिन्न भिन्न असतात.

ज्या महत्त्वाच्या गोष्टीचें वर दिग्दर्शन केले, त्याचा पूर्णपणे विचार केला पाहिजे. १ पेट मापाच्या पोकळीत १ पौंड वजनाचें पाणी मावतें, आणि ही पोकळी त्या वजनाच्या पाण्याचें आकारमान किंवा आकार दर्शविते. परंतु जर पाण्याच्या पेटवर्जी १ पौंडाचें धातूचें वजन घेतलें, आणि त्यास पेटच्या मापांत घातलें, तर त्यानिं तें माप न भरतां मापाच्या पोकळी-

बाजारी थोरल्या चार शिशाचा एक ग्यालन हांतों व एका शिशांत दोन पेट पाणी मावतें.

तील अगदी थोड्या जाग्यांत तें वजन राहिल. झणजे १। पाँड शिसें, लोखंड, किंवा पितळ यांचें आकारमान तेवढ्याच वजनाच्या पाण्याच्या आकारमानापेक्षां फार कमी असेल. याचा अर्थ असा झाला कीं, पाण्याहून धातूचें दाढ्य जास्त आहे. झणजे धातूच्या तेवढ्याच आकारमानांत जास्त द्रव्यसमुच्चय असतो, किंवा त्याचें वजन जास्त असतें. याच गोष्टीची प्रतीति आपण दुसऱ्या रीतीनें पाहूं. आरंभीचा पेला घेऊन तो अर्धा पाण्यानें भरूं, आणि पाण्याच्या सपाटीवरोबर पेल्यावर खूण करूं. नंतर त्यास ताजव्याच्या एका पारड्यांत घालूं, व दुसऱ्या पारड्यांत वजनें घालून त्यास समतोल करूं. नंतर पाणी ओतून टाकून व पेल्यास पुसून त्यांत पूर्वी केलेल्या खुणेपर्यंत जपून वारिक वाळू भरूं. आतां या वाळूचा आकार पाण्याच्या आकारा एवढाच आहे. परंतु आतां तीच वजनें या वाळवेस समतोल धरणार नाहीत. वाळवेस समतोल धरण्याकरितां दुसऱ्या पारड्यांत जास्त वजनें घाल्यावी लागतील. झणून वाळू तेवढ्याच आकाराच्या पाण्यापेक्षां अधिक जड आहे, हें सिद्ध झालें. पेल्यांतील वाळू टाकून त्यांत त्याच प्रमाणें लांकडाचा भुसा भरावा झणजे त्यास समतोल धरण्यास पाण्यापेक्षां कमी वजनें लागतात, असें दिसून येईल. यावरून लांकडाचा स्वीस तेवढ्याच आकाराच्या पाण्याहून हलका असतो, असें सिद्ध होतें. याच प्रमाणें मद्यार्क आणि तेल घेऊन प्रयोग केले असतां ते पाण्याहून हलके आहेत, असें दिसून येईल. परंतु काकवी आणि पारा घेतल्यास काकवी पाण्याहून जड असते, आणि पारा तर फारच जड असतो, असें अनुभवास येईल.

२४. जड आणि हलका या शब्दांचे अर्थ; विशिष्ट गुरुत्व.

जड आणि हलका या शब्दांचा पारसा विचार न करितां ह्वा तसा आपण उपयोग करितों. ज्यास सहज उचलतां येतें त्यास हलका, आणि ज्यास उचलण्यास जोर लागतो त्यास जड असें आपण म्हणतो. वाळू वाऱ्यानें उडून जाते, ह्मणून तिला आपण हलक्या पदार्थांत गणितों, आणि लांकडाच्या तुळीस जड पदार्थांत गणितों. परंतु आतांच आपण पाहिलें कीं, तेवढ्याच आकाराच्या लांकडापेक्षां वाळू जड आहे. हा दुटप्पी व संदिग्ध अर्थ टाळण्याकरितां विवक्षित उष्णमानावर आणि विवक्षित दाबाग्वाली असलेल्या विवक्षित आकाराच्या पाण्याच्या वजनाशीं तेवढ्याच आकाराच्या घन किंवा पातळ पदार्थांच्या वजनाचे जें प्रमाण अमते, त्यास विशिष्टगुरुत्व असें नांव देतात. पाण्याचे विशिष्टगुरुत्व एक कल्पून, पाण्याएवढ्याच आकाराच्या दुसऱ्या कोणत्याही पदार्थांचें वजन दुटप्पट असलें तर त्याचें विशिष्टगुरुत्व २; तिप्पट असलें तर ३; साडेचारपट असलें तर ४.५; याप्रमाणे विशिष्टगुरुत्वे समजतात. यावरून कोणत्याही पातळ किंवा घन पदार्थांचें विशिष्टगुरुत्व त्याच स्थितींत असलेल्या पाण्याच्या स्रंघांनं त्याचें दाढ्य दर्शवितें. लांकडाचा भुसा, तेल, आणि मद्यार्क्यांचीं विशिष्टगुरुत्वे पाण्याहून कमी असतात, आणि काकवी, वाळू व पारा यांची जास्त असतात. या अर्थांनं पहिले तीन पदार्थ हलके, आणि दुसरे तीन पदार्थ जड आहेत.

२५. ज्या पदार्थांचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याहून जास्त असतें, ते पाण्यांन बुडतात, आणि ज्यांचें विशिष्टगुरुत्व कमी असतें, ते पाण्यावर तरतात.

पाण्यानें भरलेले दोन पेंढे घ्या. एकांत थोडी वाळू किंवा लोखंडाचा कीस टाका, व दुसऱ्यांत लांकडाचा भुसा टाका;

आणि काय परिणाम घडतो, तें पहा. वाळू आणि लोखंडाचा कीस बुडून तळाशी जातात, परंतु लांकडाचा भुसा पाण्यावरच तरतो. पाण्यांत त्यांस हवेंतसें ढवळून पाहिलें तरी पहिले दोन तळीं जाऊन पडतील, आणि तिसरा नेहमीं वर येईल. यावरून पाण्याहून जो हलका आहे तो तरतो, आणि जो जड आहे तो बुडतो, हें उघड झालें. तसेंच पाण्यांत जर थोडें तेल ओतलें, तर तें तरतें; थोडा रंगविलेला मद्यार्क जपून ओतला, तर तोही तरतो; परंतु काकवी आणि पारा लोखंडाच्या किसाप्रमाणें तळीं जातात.

पाण्याहून लोखंड जड आहे, ह्मणून लोखंडाचा कीस पाण्यांत बुडतो, असें आपणास समजलें. ज्याचे डबे करितात, तसल्या कल्हई केलेल्या लोखंडी पत्र्याचा तुकडा घेऊं आणि त्यास पाण्यांत टाकिलें असतां काय परिणाम घडतो, तें पाहूं. तेवढ्याच आकाराच्या पाण्यापेक्षां हा जड आहे, ह्मणून हाही पाण्यांत बुडतो.

आतां असल्याच कल्हई केलेल्या पत्र्याचा डबा घेऊन त्यास पाण्यांत टाकिलें तर तो त्यांत न बुडतां बुचाच्या हलक्या तुकड्याप्रमाणें पाण्यावर तरतो. ही मात्र विचार करण्यासारखी गोष्ट आहे. लोखंड पाण्याहून जड आहे, अशी आपली नुक्तीच खात्री झाली असून हा लोखंडी डबा पाण्यावर तरतो! तेव्हां साधारण नियमास हा अपवाद आहे कीं काय? परंतु हा अपवाद नाही. जो पदार्थ तेवढ्याच आकाराच्या पाण्यापेक्षां हलका असतो, तो पाण्यावर तरतो, असें जें आपण स्थापित केलें, तें सत्य आहे. आतां या डब्याचें आपण वजन करूं, आणि तेवढ्याच आकाराच्या पाण्याचेंही वजन किती भरतें, तें पाहूं. हें सहज करितां येतें. कारण डब्याच्या बाजू इ-

तक्या पातळ आहेत की, डब्याची आंतील पोकळी बहुतेक सर्व डब्याच्या आकारा जवळजवळ आहे, असें झणतां येईल. झणून जर डब्यांत पाणी भरून त्याचें वजन केलें तर डब्याच्या आकारा एवढ्याच पाण्याचें जवळजवळ वजन आपणास समजेल. असें करून पाहिलें झणजे डब्यांतील पाण्याचें वजन डब्यापेक्षां पुष्कळ जास्त भरतें, असें दिसून येईल. यास्तव जरी इया लोखंडाचा केला आहे, तरी तो तेवढ्याच आकाराच्या पाण्यापेक्षां वास्तविक हलका आहे, झणून तो पाण्यावर तरतो.

लोखंडी पाण्यांचीं मोठमोठीं तारवें हल्लीं फार करितात, हें सर्वांनीं ऐकिलें असेल. लोखंडाचे जाड पत्रे मोठमोठ्या खिळ्यांनीं एकत्र जोडून तारवें करितात, व त्यांचें वजन हजारों खंडी असतें; तथापि तीं पाण्यांत व्दून तळाशीं जात नाहींत, याचें कदाचित फार आश्चर्य वाटेल. परंतु हीं तारवें केवळ वरच्या डब्यासारख्यांच फार मोठीं केलेलीं असतात, व त्यांच्या एवढ्याच आकारमानाच्या पाण्यापेक्षां हीं हलकीं असतात, झणून तरतात.

आपल्याहून हलक्या पदार्थांस उचलून धरण्याचा पाण्याच्या आंगीं धर्म आहे, आणि त्याच्या कणांच्या आंगीं सहज चलन पावण्याचाही धर्म आहे. झणून समुद्र, नद्या आणि कालवे यांवरून मनुष्यांचें मोठें दळणवळण चाललें आहे.

तारूं व त्यांत घातलेले पदार्थ या दोहोंचें वजन तेवढ्याच आकाराच्या पाण्याच्या वजनापेक्षां कमी होण्याजोगें जर तारवाचें आकारमान मोठें केलें, तर पदार्थ कितीही जड असले तरी त्यांस पाण्यावर तरंगवितां येणार नाहीं, असें होणार नाहीं. याप्रमाणें मोठें वजन एकदां तरंगूं लागलें झणजे पाण्याचे कण सहज चलन पावत असल्यानें वाऱ्याच्या किंवा

वल्हांच्या जोरानें त्यास पाण्यांतून एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी नेतां येतें.

२६. पाण्यावर तरंगणारा पदार्थ पाण्याच्या सपाटी खालीं इतका बुडालेला असतो कीं, बुडालेल्या भागाच्या आकारा एवढ्या पाण्याचें वजन त्या पदार्थाच्या वजना इतकें असतें; झणजे आपल्या वजना एवढ्या वजनाच्या पाण्यास तो पदार्थ दूर करितो.

एक घनइंच पाण्याचें वजन सुमारें २५२ $\frac{१}{२}$ ग्रेन असतें. मागील प्रयोगांतील पत्र्याचा डबा हमचीक असून त्याची आंतील पोकळी १०० घनइंच असेल तर १०० घनइंच पाण्याचें वजन २५,२५० ग्रेन होईल. जर डब्याचें वजन ८४१६ ग्रेन असलें, तर ब्याच्या आकाराचा तिसरा हिसा पाण्यांत बुडेल. जर त्याचें वजन १२,७२५ ग्रेन असलें, तर अर्धा डबा बुडेल, आणि १६,८३२ ग्रेन असलें तर $\frac{२}{३}$ डबा बुडेल. पाण्यावर डबा तरंगत असतां पाण्यांत बुडालेल्या भागावर झणजे पाण्याच्या सपाटीबरोबर डब्याच्या बाजूवर खुणा केली, तर पाण्याच्या खालीं डब्याचा आकार किती आहे, हें काढितां येईल. असें समजूं कीं, तो आकार ३० घनइंच आहे. तर डब्याचें वजन ३० × २५२ $\frac{१}{२}$ किंवा ७,५७५ ग्रेन असेल. झणून तरंगणाऱ्या पदार्थाचा बुडालेला भाग, तो पदार्थ जितकें पाणी दूर करितो त्याच्या जागीं असतो, आणि जणू काय त्याचा दर्शकच असतो, असें झणतां येईल. तरंगणाऱ्या डब्यास जर खालीं दाबिलें तर तो खाली जातांना त्यास पाणी बराच प्रतिबंध करितें, झणजे त्यास पाण्यांत बुडविण्यास बराच जोर करावा लागतो; आणि त्याबरील दाब काढतांच लागलाच तो पुनः वर येतो. झणून तरंगणाऱ्या पदार्थाच्या बुडावर वरच्या आंगांनें पाण्याचा

दाब असतो, हें उघड आहे. तसाच त्याच्या बाजूंवरही पाण्याचा दाब असतो. कारण जर डब्याच्या बाजू फार पातळ असल्या तर त्या या पाण्याच्या दावानें आंतल्या बाजूस वळतील. पातळ अशा पत्र्याच्या केलेल्या रिकाम्या कुपीस गच्च वूच बसवून तिला खोल पाण्यांत बुडविलें, तर वूच तरी आंत जाऊन तीत पाणी शिरेल, किंवा कुपी चेपून जाईल.

२७. पाण्याचा दाब चड्ढकडे घणजे सर्व दिशांनीं पडतो.

पाण्यांत बुडविलेल्या पदार्थांवर याप्रमाणें पाण्याचा दाब सर्व बाजूंनीं पडतो.

जर एक लांब लांकडी किंवा धातूची नळी घेतली व तिच्या तळच्या भोंकांत किंचित् सैल असें वूच यमविलें, आणि तीत वरून पाणी ओतलें, तर बुचावरील पोकळी प्रथम पाण्यानें भरेल आणि त्या पाण्याच्या वजनाचा बुचावर कांहीं दाब पडेल. नळीस वूच न घालतां जर हाताच्या तळावर नळी गच्च धरिली आणि पाणी ओतीत गेलें, तर पाण्याचा जो हातावर दाब पडेल त्यास तोलून धरण्यास कांहीं जोर करावा लागेल. नळींत जसजसें जास्त पाणी जमत जाईल, तसतसा दाब अधिकाधिक वाढत जाऊन नळी बरीच लांब असली, तर शेवटीं त्या दावानें हात निसटेल, किंवा वूच असलें तर तें निघेल, आणि पाणी जमिनीवर पडेल. याठिकाणीं पाण्याच्या वजनाइकातच दाब असतो, आणि तेवढ्याच वजनाचा जर शिशाचा गज नळींत घातला, तरीही याचप्रमाणें वूच निघून जाईल.

असें समजूं कीं, नळी चौकोनी आहे, आणि तिची आंतील चौकोनी पोकळी १ चौरस इंच आहे. तर नळीच्या एक इंच उंचींत बरोबर १ घनइंच पाणी मावेल. १ घनइंच पाण्याचें

वजन २५२ $\frac{१}{२}$ ग्रेन असतें, झणून सुमारे २७ $\frac{१}{२}$ इंच उंचीच्या नळींत जें पाणी मावेल त्याचें वजन जवळजवळ १ पौंड (७,००० ग्रेन) भरेल; आणि १५ पौंड वजनाच्या पाण्यानें असली ३३ किंवा ३४ फूट उंचीची नळी भरेल. २७ $\frac{१}{२}$ इंच उंचीच्या आणि ३४ फूट उंचीच्या जलस्तंभांचे दाब हीं वजनें दर्शवितात. आणि ज्यावर हे स्तंभ टेंकले असतील, त्याच्या पृष्ठभागाच्या दर चौरस इंचावरील दाब मोजणारी हीं वजनें अनुक्रमें मापें होत.

शिक्षाचें विशिष्टगुणत्व (कलम २४) ११-४५ आहे. झणजे पाण्याच्या सुमारे ११॥ पट शिक्षाचें दाढ्य आहे. झणून जर एक इंच हमचौक जलस्तंभाच्या उंचीच्या $\frac{१}{११}$ उंचीपेक्षां किंचित् कमी उंचीची एक इंच औरस चौरस शिक्षाची कांब घेतली आणि पाण्याच्या ऐवजीं नळींत घातली, तर तळावर तिचा दाब पाण्या एवढाच पडेल. पाणी व शिसें यांमध्ये दुसरा एक भेद आहे, तो स्पष्ट करण्याची हीच वेळ आहे. पाणी प्रवाही किंवा पातळ आहे, आणि शिसें घन आहे. नळीच्या बाजूवर शिक्षाचा दाब नसतो, परंतु पाण्याचा असतो. तळाजवळ नळीच्या बाजूवर एक छिद्र पाडिलें आणि तें बुचानें बंद केलें तर त्यावर शिक्षाचा दाब पडणार नाही. परंतु पाण्याचा स्तंभ बराच उंच असला तर पूर्वीच्या इतक्या जोरानें पाण्याच्या दाबामुळें बूच बाहेर निघेल. झणजे तळावर पाण्याचा जितका दाब असतो, तितकाच बाजूवर असतो. लांकडी नळीच्या बाबूंत बुचानें एक काटकोनाकार बांकविलेली लांब कांचेची नळी बसवून या गोष्टीची प्रचीति सहज पाहतां येते. या बांकण्या नळीच्या उभ्या भागांत, लांकडी नळींत ज्या उंचीवर पाणी असेल तितक्या उंचीवर या नळींतही चढेल. या वरून पाण्याच्या कोणत्याही बिंदूवर वरून खाली जितका दाब

असतो, तितकाच दाब बाजूच्या त्या बिंदूवर असतो, हें उघड आहे. कारण लांकडी नळीतील पाण्याचा बाजूवर बाहेरच्या आंगानें जितका दाब असतो, तितकाच दाब नळीतील उभ्या स्तंभाचा आंतल्या बाजूकडे असतो. झणून हे दोन्ही दाब समतोल असतात; तोटीच्या भांड्यांत जितक्या उंचीवर पाणी असतें, तितक्याच उंचीवर तोटीतही नेहमीं असतें.

जर एक कांचेची नळी घेऊन या U प्रमाणें वांकडी वांकविली आणि तीत पाणी ओतलें, तर नळी कशीही वांकविलेली असली, आणि वांकविलेले भाग कसेही लहानमोठे असले, किंवा त्यांचा कल कसाही असला, तरी दोहों नळ्यांत पाणी नेहमीं सारख्या उंचीवर राहिल.

असें अवश्य असलेंच पाहिजे. कारण वांकड्या नळीच्या निम्मे भागांतून ज्या जोरानें पाणी दुसऱ्या भागांत जातें तो जोर, पाणी जाण्याच्या द्वारावर पाण्याच्या पृष्ठभागाची लंबोत्तर उंची जेवढी असेल, त्यावर अवलंबून असतो. झणून तेवढ्याच उंचीचा केवढाही स्तंभ असला तरी त्यानें यास समतोल धरिलें पाहिजे.

पाण्याचा स्तंभ, त्याच्याशीं ज्या दुसऱ्या स्तंभाचा संबंध झालेला आहे त्याच्या उंची इतकाच नेहमीं असतो; दोहों तोंडांनीं उघडी अशी एक कांचेची नळी पाण्याच्या भांड्यांत बुडवून वरील गोष्ट सहज रीतीनें दाखवितां येते. नळी कशीही कलती धरिली, किंवा वांकविलेली असली, व तिचें पाण्यां-

१. पाण्याच्या पृष्ठभागापासून पृष्ठाच्या पृष्ठभागापर्यंत काढलेली जी लंब रेषा त्या रेषेत मोजलेली जी उंची ती लंबोत्तर उंची होय. दोरीच्या एका शेवटास एक बजन अडकवून त्यास दुसऱ्या शेवटानें टांगून धरिलें झणजे तो ओळंबा होतो. हा ओळंबा पाण्याच्या पृष्ठभागावर धरिला झणजे दोरीची दिशा लंबोत्तर उंची दर्शविते.

तील तोंड रंद किंवा अरंद असलें, तरी नळींतील पाणी बाहेर
च्या पाण्या इतक्याच उंचीवर असतें. तथापि कांचेच्या न-
ळीच्या ताठ वाजू तळाशिवाय इतर भागीं नळींतील पा-
ण्याच्या स्तंभास बाहेरील पाण्यापासून अगदीं अलग ठेवि-
तात. कित्येक मोठ्या शहरीं प्रत्येक घरीं नळानें पाणी नेलेलें
असतें, आणि अगदीं वरच्या मजल्यावरसुद्धां तोटींतून पाणी-
घेतां येतें. घराच्या माथ्यावर हौद असून त्यांतील पाणी न-
ळ्यांनीं जिकडे तिकडे खेळविलेलें असतें^१. रस्त्यामध्ये पाण्याचा
मोठा नळ असतो, आणि त्यांतून धाकट्या नळीनें या हौदांत
पाणी घेतलेलें असतें. या हौदांत पाणी पोंचेपर्यंत नळी अ-
नेक ठिकाणीं हवी तशी वांकविलेली असते. रस्त्यांतील नळ कसा
आलेला असतो हें जर पाहिलें, तर पाण्याच्या मूळठिकाणाहून
निघाल्यापासून या हौदास पोंचेपर्यंत रस्त्याच्या जमिनीखालून व
फरशीखालून वगैरे वरखाली होत लांबचलांब तो नळ आलेला
असतो. मूळठिकाणीं मोठा नळ तळ्याशीं किंवा मोठ्या
टांक्याशीं जोडलेला असतो; आणि हें स्थान शहरांत ज्या ठि-
काणीं पाणी न्यावयाचें असतें, त्याहून जास्त उंचीवर स्वाभा-
विकच असतें. असें नसलें तर बंबानें इतक्या उंचीवर पाणी
चढवून नंतर नळांत घेतलेलें असतें. याप्रमाणें मूळचें टाकें किंवा
तळें, त्यांतून शहरांत पाणी आणणारा नळ, आणि त्यापासून
घरांत गेलेल्या नळ्या, या सर्वांस मिळून एका मोठ्या U अशा
वांकण्या नळीचा आकार आलेला असतो, आणि यामुळें घ-
रांत खेळलेल्या नळीमध्ये मूळच्या टाक्यांतील किंवा तळ्यांतील

१. छोऱ्या घरांत दोनचार ठिकाणी पाणी नेण्यास अशा हौदाची
जरूरी नसते. परंतु मोठमोठ्या वाक्यांत पुष्कळ ठिकाणी पाणी खेळवाव-
याचें असतें तेव्हां असा हौद लागतो. भाषांतरकार.

पाण्याच्या उंची इतकें पाणी चढलेलें राहते. झणून पाणी घे-
ण्याची तोटी उघडतांच पाणी वाहूं लागते.

२८. वाहत्या पाण्यानें दुसऱ्या पदार्थास गति मि-
ळणें. वाहत्या पाण्याचें चालकत्व.

असें समजूं कीं एक लांकडी हीद असून त्याला बुडाजवळ
भोक पाडले आहे, व त्यांत एक चौरस इंच क्षेत्राची किंवा
जिचें छिन्न एक चौरस इंच आहे, अशा एक आडवी नळी
बसविली आहे, आणि लांकडी हीदांत १०० इंच उंचीपर्यंत पाणी
भरलें आहे. आतां आडव्या नळीचें मळमूत्र बंद केलेलें असले
तर नळीच्या छिन्नाच्या क्षेत्रावर (हें क्षेत्र १ चौरस इंच आहे)
२५, २५० ग्रेनांचा किंवा सुमारे ३॥ पौडांहून थोडा जास्त
दाब पडेल. हीदाच्या तळाच्या दर चौरस इंचावरही इतकाच
दाब असतो.

आतां जर मळमूत्र फिरविलें तर त्याच्या आंतील बाजूवर
जो पाण्याचा दाब आहे, त्यास बाहेरून कोणी तालून धरण्यास
नसल्यामुळें त्या दाबानें त्यास गति मिळते, आणि त्याचा प्रवाह
वाहूं लागतो. प्रथमतः पाण्याची धार जोरानें बाहेर पडून
लांब अंतरावर जाते. कारण १०० इंच उंच पाण्याच्या स्तं-
भाच्या वजनाच्या जोराचें त्यावर कार्य घडतें. झणजे मळसूत्रा
जवळच्या पाण्यास गति देण्यास हें कारण असतें, झणून तें
पाणी जोराच्या मानानें जास्तकमी वेगानें आडवें उडतें.

१. नळीस आडवें कापिलें असता त्या ठिकाणचा जो पृष्ठभाग पो-
कळीनें व्यापिलेला असतो, त्यास छिन्न म्हणतात. बंदुकीच्या नळींत
दारू स्वच्छाकरितां जाड कागदाच्या चकऱ्या घालतात, तसल्या चकऱ्या
नळींत उतरण्याजोग्या मात्र कापलेल्या असल्या म्हणजे अशा चकऱ्यांचा
पृष्ठभागही छिन्न किंवा त्याचें क्षेत्र दर्शवील.

आतां आपण जर खेळण्याचा लहानसा चेंडू घेऊन या ओघांत धरिला, तर तो पाण्याच्या झोता बरोबर त्याच दिशेस चलन पावेल. वरील चेंडू आरंभी जरी स्थिर आहे, तरी गति मिळाल्यास चलन पावण्यास मोकळा आहे; आणि बाहत्या पाण्याच्या चालकत्वामुळे त्याच्या आंगी चेंडूस गति देण्याची शक्ति आहे. पाण्याच्या प्रवाहाचा जसा समुच्चय मोठा असेल, आणि ओघाचा वेग जसा जास्त असेल, त्या मानानें चेंडूस जास्त गति मिळेल किंवा जास्त वजनाचा चेंडू चलन पावेल. आडव्या नळीच्या अगदीं तोंडापाशीच प्रवाहाची दिशा आडवी असते; परंतु पाण्याची धार लवकरच खाली वळते, आणि वक्र होऊन जमिनीवर पडते. ज्याप्रमाणें दगड आडवा फेंकला असतां तो वक्र रेषेनें जमिनीवर पडतो, त्याचप्रमाणें व त्याच कारणानें पाण्याची धारही वक्र रेषेनें खाली पडते. वास्तविक झटलें झणजे ही पाण्याची धार झणजे तेवढें पाणी आडवें फेंकलें आहे, असें समजण्यास हरकत नाही.

यार्चा कारणें दोन आहेत. (१) प्रथमतः नळींतून पाणी बाहेर पडतांच पाणी या जड पदार्थास आधार नसतो, झणून तें गुरुत्वाकर्षणानें जमिनीवर पडूं लागतें. (२) आणि नंतर ज्या हवेंतून पाणी जात असतें, त्या हवेच्या प्रतिबंधानें पाण्याचें चालकत्व एकसारखें कमी होत असतें. आपल्या सभोंवतालची हवा इतकी पातळ व चल आहे की, तिचें अस्तित्व साधारणपणें आपल्या लक्षांत येत नाही. तथापि तिजमध्यें जे पदार्थ चलन पावतात, त्यांस ती प्रतिबंध करिते, हें आपणास सहज पाहतां येतें. उदाहरणार्थ पंख्यानें बारा घेत असतां आपणास पंखा फिरविण्यास नेहमीं कांहीं जोर करावा लागतो. पाण्यास हा हवेचा प्रतिबंध अतिक्रमण करावयाचा असतो, झणून त्या मानानें त्याचें चालकत्व कमी होत जातें.

नळीतून पाणी बाहेर पडतें तेव्हां जर हवा आणि गुरवा-
कर्षण या दोहोंची कार्ये बंद झालीं, तर पाण्याचें चालकत्व कमी
न होतां पाणी तसेंच सरळ दिशेनें एकसारखें पुढें जात राहिल.

पाणी जसें पुढें जातें, त्याप्रमाणें त्याच्या ओघाचा वेग कमी
होतो, आणि ज्या वक्र रेषेनें तें खाली पडतें, तिची वक्रता
अधिकाधिक होत जाऊन पाणी लवकर जमिनीवर पडतें,
असें नजरेस येईल. शेवटीं लांकडी हौदांतील पाणी बहुतेक
गेले झणजे पाण्याची धार बहुतेक लंबरेषेनें खाली पडते. याचें
कारण असें असतें कीं, पाण्याच्या पृष्ठभागाची सपाटी हळूहळू
कमी होत जाऊन नळीतील पाण्यावर ज्या उंचीच्या स्तंभाचा
दाब पडत असतो, त्याची उंचीही हळूहळू कमी होते. झणून
त्याचें वजनही कमी होत जातें. परंतु हें वजन किंवा हा दाब
पाण्यास गति मिळण्यास कारण होता, आणि हें कारणच जसें
निर्बल होत जातें, त्याप्रमाणें ह्या कारणामागून घडणारें कार्यही
कमी झालें पाहिजे. झणून पाण्याचें चालकत्व हळूहळू कमी हो-
ऊन, ज्याकाळांत तें जमिनीवर पडतें त्याकाळांत तें कमी कमी
आडवें दूर जाऊं लागतें आणि शेवटीं त्याची आडवी गति बहु-
तेक बंद होऊन तें नळीतून उभें खाली पडूं लागतें.

२९. वाहत्या पाण्याची कर्तृत्वशक्ति. (कार्यवि-
धायक सामर्थ्य.)

वरील लांकडी हौदाच्या आडव्या नळीस काटकोनाकार
वांकविलेला नळीचा लहानसा तुकडा असा बसवावा कीं, त्याचें
एक आंगूठ टोंक उभें राहिल. आतां जर हौद भरून नळीचें
मळसूत्र फिरविलें तर पाणी हवेंत वर उडेल, आणि कांहीं उं-
चीवर जाऊन तें खाली पडेल. सारांश या रीतीनें कारजें
तयार होईल.

पूर्वी आडवी धार उडत होती, आणि आतां उभी धार उडते, या दोहोंमध्ये भेद काय आहे तो पाहूं. हवेचा प्रतिबंध नाही असें कल्पिलें, तर आडव्या नळींतील पाण्याच्या प्रवाहास कोणताही प्रतिबंध नसेल, आणि जर त्याच्या वजनानें त्याच्या प्रवाहास अधिकाधिक पृथ्वीकडे वळून पृथ्वीवर पडूं दिलें नाहीं, तर पाण्याचा प्रवाह सतत आडवा वाहत राहील.

परंतु जेव्हां पाणी उभें वर उडतें, तेव्हां सर्वच प्रकार निराळा असतो. पाणी वर उडूं लागलें झणजे दुसऱ्या कोणत्याही जड पदार्थाप्रमाणें त्याचा कल एकसारखा खाली पडण्याचा असतो; आणि यामुळें त्याच्या चालकत्वास गुरुत्वाकर्षणाचा प्रतिबंध अतिक्रमण करावा लागतो. वर उडणाऱ्या पाण्यावर दोन परस्पर विरुद्ध अशा प्रेरणांचीं कार्ये होत असतात. त्यांचें चालकत्व त्यास वर उडवीत असतें, आणि गुरुत्वाकर्षण त्यास खाली ओढीत असतें. आतां दोन समान प्रेरणांचें परस्पर विरुद्ध अशा दिशांनीं पदार्थावर कार्य घडलें, तर पदार्थ मुळींच चलन पावत नाहीं; आणि जर दोहोंपैकी एकीचा जोर जास्त असला, तर मात्र अधिक जोराची प्रेरणा ज्या दिशेस नेईल, त्या दिशेस पदार्थ चलन पावतो.

याच रीतीनें नळींतील पाणी वर उडते. नळींतील पाण्यास गुरुत्वाकर्षण विवक्षित काळांत, उदाहरणार्थ एका सेकंदांत, जितकें खालीं नेऊं शकतें, तेवढ्याच काळांत ज्या वेगानें तें वर उडत असतें तो वेग जास्त अवकाशांतून वर नेऊं शकतो. झणून नळींतून पाणी निघाल्यावर वर उडतें.

पाण्यावर त्यास खालीं ओढणारें गुरुत्वाकर्षणाचें मुळींच कार्यं नसतें, तर या सेकंदांत ज्या अंतरांतून पाणी वर चढलें असतें तें अंतर, आणि पाण्यास वर चढविणारें चालकत्व नसतें

तर ज्या अंतरांतून गुरुत्वाकर्षणानें पाण्यास खालीं नेलें असतें तें अंतर, या दोहोंच्या वजाबाकीएवढ्या अंतरांतून आतां या सेकंदांत पाणी नळींतून वर उडतें; आणि या सेकंदाच्या शेवटीं पाण्याची वर जाण्याची गति किंवा त्याचा वेग त्या मानानें कमी होतो. याप्रमाणें पहिल्या सेकंदांत आपल्या चालकत्वाचा कांहीं भाग गुरुत्वाकर्षणाचा प्रतिबंध अतिक्रमण करण्यास पाण्यास खर्च करावा लागला; परंतु हें कमी झालेलें चालकत्व दुसऱ्या कशानें भरून येत नाहीं; हाणून त्याचा वेग कमी होतो. हाणजे पहिल्या सेकंदांत जितक्या अंतरांतून पाणी चलन पावले असेल, त्याहून कमी अंतरांतून दुसऱ्या सेकंदांत चलन पावतें. याप्रमाणें पाण्याचें चालकत्व त्रयी कमी होतें, तरी त्याचें गुरुत्व किंवा दर सेकंदांत विवक्षित अंतरांतून ग्याली पडण्याचा त्याचा काल पूर्वीच्या इतकाच राहतो, आणि दुसऱ्या सेकंदांत त्याचें कार्य पूर्वीच्या सेकंदाइतकेंच घटतें. हाणून दुसऱ्या सेकंदांत पहिल्या सेकंदापेक्षां कमी अंतरांतून पाणी वर चढतें, आणि त्याचा वेगही पूर्वीच्यापेक्षां कमी होतो. यामुळे आरंभीं पाण्याचें चालकत्व आणि गुरुत्वाकर्षण या दोहोंमध्ये कितीही अंतर असतें तरी अशा स्थितीत अमेरीम गुरुत्वाकर्षणानेंच चालकत्वाचा पाडाव केला पाहिजे. चालकत्व वरचेवर कमी होत जाईल, आणि कांहीं काळानें निराधार पदार्थाच्या स्थितीस पाणी येऊन पावेल; आणि नंतर तें गुरुत्वाकर्षणाच्या अप्रतिबंधित कार्यानें ग्यालीं जाऊं लागेल.

एखादा मुलगा लहानशा आंमूड बल्ल्यांनीं होडी बसवित असतां जर एखाद्या बळकट मनुष्यानें तिची नाळ धरिली आणि होडीस जोरानें मागे लोटिलें, तर त्या होडीची स्थिति कारंज्याच्या पाण्यासारखी होते. ती प्रथमतः खूप जोरानें

मार्गे जाते; परंतु मुलगा वल्हीं मारीत असतां होडीची मार्गे जाण्याची गति दर वल्ह्यास कमी होते. शेवटीं मनुष्यानें ढकलल्यामुळे जें होडीच्या आंगीं चालकत्व आलें होतें, तें मुलाच्या वल्ह्यांनीं जी होडीच्या आंगीं पुढें जाण्याची शक्ति येते, तिला अतिक्रमण करण्यांत सर्व खर्च होतें; आणि कांहीं वेळांन होडी क्षणभर स्थिर होऊन पुनः पूर्ववत् पुढें जाऊं लागते. होडीस मार्गे ढकलून तिला मार्गे जाण्याची गति देण्यांत जितका जोर मनुष्यानें खर्च केला असेल, त्या जोरावर होडी ज्या अंतर्गतून मार्गे सरेल तें अंतर अवलंबून राहिल. होडीस ढकलल्यामुळे तिजमध्ये जें चालकत्व एकाएकीं आलेलें असतें, तें सर्व मुलाच्या वल्हविण्याच्या शक्तीस हळूहळू काढून घ्यावें लागतें.

ज्या लोकांच्या आंगीं स्नायूंची किंवा दुसरी पुष्कळ शक्ति असते, त्यांस आपण जोरदार किंवा कर्तें ह्मणतो. आणि ते ज्या प्रतिबंधास अतिक्रमण करितात, ह्मणजे ते जें काम करितात, त्यावरून त्यांच्या कर्तृत्वशक्तींचें मान काढितां. वरील उदाहरणांत होडी थांबेपर्यंत जितक्या अंतरांतून ढकलल्यामुळे ती मार्गे गेली होती, त्या अंतरावरून ढकलणाऱ्या मनुष्याच्या कर्तृत्वशक्तींचें मान निघेल.

कर्तृत्वशक्तीची ह्मणजे काम करण्याच्या सामर्थ्याची ही कल्पना निर्जीव पदार्थासही सहज लागू करितां येते. जेव्हां गतियुक्त किंवा चल असा एखादा पदार्थ मार्गातील कांहीं प्रतिबंधाचें अतिक्रमण करितो, आणि येणेंकरून त्याचें चालकत्व कमी होत जाऊन तो अखेरीस स्थिर होतो, तेव्हां त्याच्या आंगीं जोर किंवा कर्तृत्वशक्ति आहे, आणि तो काम करितो, असें आपणांस ह्मणतां येईल.

वाहत्या पाण्याचीही कर्तृत्वशक्ति याप्रमाणें मापितां येते. ज्या

प्रतिबंधक शक्तीस वाहतें पाणी अतिक्रमण करितें तिचा जोर, आणि त्याची कर्तृत्वशक्ति खलास होईपर्यंत ज्या अंतरावरून तें वाहतें तें अंतर, या दोहोंच्या गुणाकारानें, झणजे तें पाणी स्थिर होईपर्यंत जें काम करितें, त्यानें वाहत्या पाण्याची कर्तृत्वशक्ति मापितां येते. आपण ज्या वाहत्या पाण्याचा विचार करित आहो त्यांत, ज्या कर्तृत्वशक्तीनें गुरुत्वाकर्षणाचें कांहीं वेळ अतिक्रमण केलें ती कर्तृत्वशक्ति पाण्याच्या प्रवाहाच्या वेगावर अवलंबून असते; आणि हा वेग नळीच्या तोटीवर हौदांत जी पाण्याची उंची असेल, तिजवर अवलंबून असतो. पाण्याची सपाटी जशी ग्याली जाते, तशी आडव्या झोताची कर्तृत्वशक्ति कमी होते; आणि त्याचप्रमाणें वर उडणाऱ्या पाण्याचीही कमी होते. झणून जसा हौद रिकामा हातो, त्याप्रमाणें पाणी कमी कमी उडत जाऊन शेवटी अगदी उडेनासं होते.

सृष्टीमध्ये फेरफार करणाऱ्या ज्या अनेक शक्ति आहेत, त्यांपैकी वाहतें पाणी ही एक असून कित्येक प्रसंगी वाहत्या पाण्याच्या योगानें अत्यंत नाशकारक असे परिणाम घडतात, आणि कित्येक वेळां तीच शक्ति मनुष्यास अत्यंत उपयोगी पडते. पाणी टेंकडीवरून झणजे उंच जाग्यावरून खाली वाहत असलें झणजे आपण त्यास प्रवाह झणतो, व त्याचा वेग त्याच्या पात्राच्या उतरतेपणावर अवलंबून असतो. पाणी जसजसें खाली येतें, त्याप्रमाणें त्याचें चालकत्व वाढत जातें. झणून त्याचा जोर किंवा कर्तृत्वशक्ति ही वाढत जाते. यामुळें पर्वतावरून वाहत येणारा प्रवाह पर्जन्यानें किंवा वर्षा वितळल्यानें एकाएकी फार वाढला, तर तो खडकांस फोडून टाकितो, व त्याच्या मार्गांत जें येईल, त्याचा नाश करितो. समुद्र शांत असला झणजे तो फार निरुपद्रवी दिसतो; परंतु त्याच्या पृष्ठभागावरून मोठा वारा जांरानें

वाहू लागला झणजे त्याच्या पाण्यास गति मिळते, व तो किनाऱ्यावर भयंकर जोराने आदळतो, आणि त्याच्या कर्तृत्वशक्तीने पाण्याच्या मोठ्या लाटा उत्पन्न होतात; आणि त्या कंकर व वाळू यांचे ढिगांचे ढीग किनाऱ्यावर फेंकतात, किंवा त्यांस ढकलीत पुढे नेतात.

सर्व जातींच्या पाणचक्यांमध्ये जास्तकमी वेगाने वाहणाऱ्या पाण्याच्या जोराचा किंवा कर्तृत्वशक्तीचाच उपयोग करितात. चाकांच्या परिघांवर बसविलेल्या पोकळ डोलांवर किंवा तरणांवर पाण्याचा प्रवाह वाहू देतात, यामुळे पाण्याच्या वाहण्यास प्रत्येक डोल किंवा तरण यापामून प्रतिबंध होतो, आणि प्रवाहाची गति त्यास मिळते. तेणेकरून तो चलन पावतो, व ज्या चाकास तो अडकविलेला असतो, ते चाक फिरते. चाक फिरले झणजे नवा अडथळा पाण्याच्या प्रवाहाच्या मार्गात येतो. यावर प्रवाहाचे कार्य पूर्ववत् घटून आणखी चाक फिरते, आणि नवा अडथळा प्रवाहाच्या मार्गात येऊन पुनः तीच क्रिया घडते. याप्रमाणे पाणचक्यांच्या चाकांच्या परिघावरील प्रत्येक डोल किंवा तरण प्रवाहाच्या कांही चालकत्यास धरून पाणचक्यास देण्यास साधन होते. झणून पाणचक्या कांही नियमित वेगाने फिरत राहते.

परंतु फिरणारी पाणचक्या हा गतिपुक्त असा द्रव्यसमुच्चय असतो. झणून तिच्यामध्ये कर्तृत्वशक्तीचा किंवा काम करण्याच्या सामर्थ्याचा सांठा जमलेला असतो. दोरीच्या शेवटास वजन बांधून पाणचक्याच्या कण्यास ती दोरी बांधिली तर ती दोरी कण्यावर गुंडाळून वजन उचलले जाईल. झणजे तितके काम चाक फिरण्याने होईल; आणि येणेकरून प्रवाहापामून चाकास जी कर्तृत्वशक्ति मिळाली तिचे स्थूलमान समजेल.

पाणचक्कीस जी दुसरीं यंत्रें जोडलेलीं असतात, तीं केवळ पाणचक्कीच्या चाकांत सांठविलेलीं कर्तृत्वशक्ति ज्या ठिकाणी काम करून घ्यावयाचें असेल, त्या ठिकाणी नेण्याकरितां साधनें असतात. पीठ दळण्याच्या गिरणींत पाणचक्कीच्या चाकापामून अनेक चाकांच्या साधनांनीं जात्यांम कर्तृत्वशक्ति पोंचविली असते, आणि तेणेंकरून अनेक जातीं पिरत अमतात.

३०. पाण्याचे धर्म नित्य व कायम अमतात.

जेव्हां जेव्हां पाऊस पडतो, तेव्हां तेव्हां पावसाचें थोडें शुद्ध पाणी धरिले तर त्याच्या आंगीं वर सांगितलेले सर्व धर्म अमतात. हें पाणी दुःसंकोच्य असेल, आणि १ पेंटभर पाण्याचें वजन साधारण उष्णमानावर मुमारे १३ पोंड भरेल. हें पाणी आफिकेंत, विलायतेंत, किंवा येथें धरिलें, तरी त्यांत हे धर्म असतील. किंवा शंकरां वर्यापूर्वी पाणी धरून कुर्पांत बंद करून ठेविलें असेल तरी त्याच्या आंगींही हेच धर्म असतील; तसेंच आणखी १०० वर्षांनी किंवा १,००० वर्षांनीही पाण्याच्या आंगीं हेच धर्म असतील. यास्तव पावसाच्या पाण्याच्या संबंधानें सृष्टीचा क्रम कायम असतो, असें झणतां येईल.

तथापि पाण्याचे धर्म सर्वदां सारखे असतात, असा माघ या झणण्याचा अर्थ समजू नये. पाणी ज्या स्थितींत असेल, त्या स्थितीच्या मानानें पाण्याचे धर्म भिन्नाभिन्न असतात. परंतु जोपर्यंत त्याची स्थिति पालटली नाहीं, तोपर्यंत पाण्याचे धर्म नित्य सारखे असतात. झणून केवळ पाण्याच्या संबंधानें सृष्टीचा क्रम कायम असतो, असें झणण्यास बाध येत नाहीं.

३१. पाण्यास जास्त उष्णता लाविल्यानें झणजे त्यास ऊन केल्यानें प्रथमतः त्याचा आकार वाढतो.

अमुक विवक्षित वजनाच्या पाण्याचा आकार एकाच अव-

स्थेत नेहमीं सारखा असतो, असें आपणास समजलें. ज्या अवस्था पाण्यास प्राप्त होतात, त्यांत उष्ण व थंड या अवस्था अत्यंत महत्त्वाच्या होत. ज्या खोलींत गरम हवा आहे, अशा खोलींतून थंड जागीं पाणी नेलें तर त्याचा आकार लहान होतो, ह्मणजे तें आकुंचित होतें. परंतु त्यास आहे त्याहून जास्त उष्ण केलें ह्मणजे त्याचा आकार वाढतो, ह्मणजे तें प्रसरण पावतें. पारा, मद्यार्क, व दुसरे सर्व पातळ पदार्थ यांसही ही गोष्ट लागू आहे. उष्णमापक यंत्र हें लांब मानेच्या चंबूचें केलेले असतें. चंबूच्या जागीं फुगा असतो, व लांब मानेच्या जागीं वारिक भोंकाची लांब नळी असते. फुगा भरून त्यावर थोड्या उंचीपर्यंत नळींत येई इतका यांत पारा भरलेला असतो. फुग्यांतील द्रवरूप पारा उष्ण झाल्या ह्मणजे तो प्रसरण पावून त्याचा आकार वाढतो, आणि नळींत पाण्याची उंची जास्त होते. जर फुग्यांतील द्रवास थंड केलें तर तो आकुंचित होऊन फुग्यांत उतरतो, आणि नळींतील पाण्याची उंची कमी होते.

फुगा कढत्या पाण्यांत बुडविला असतां पारा जेथवर चढतो, त्या ठिकाणीं नळीवर किंवा नळीस जोडलेल्या मानपट्टीवर खुणा केली, आणि वितळणाऱ्या वर्षांत फुगा बुडविला असतां जेथवर पारा उतरतो तेथें एक खुणा केली, आणि या दोहों खुणांमधील अंतराचे १८० सारखे विभाग केले तर यांपैकीं प्रत्येक भाग, ज्या फारेनहीट नांवाच्या उष्णमापकाचा साधारण फार उपयोग करितात, त्या उष्णमापकाचा अंश होईल. जर कढण्याच्या बिंदूवर २१२ वा अंश घातला तर थिजण्याच्या बिंदूवर ३२ वा अंश असला पाहिजे. (२१२-३२=१८०). सारखी उष्णता मिळाल्यानें नळींतील पारा नेहमीं सारख्या उंचीवर राहतो; ह्मणून या यंत्रानें उष्णमान मापितां येतें.

थंड पाण्यापेक्षां ऊन पाणी हलकें असतें. स्नान करण्याच्या पाण्याच्या घंगाळांत एकदांच ऊन व थंड पाण्याच्या तोट्या सोडिल्या तर हें सहज अनुभवास येतें. असें घेतलेलें पाणी जर दबळलें किंवा चाळविलें नाहीं तर तळच्या पाण्याहून वरचें पाणी पुष्कळ जास्त गरम असतें. विवक्षित उष्णमानावर ह्मणजे 62° फा. उष्णमानावर मात्र १ पॅट पाण्याचें वजन १। पौंड असतें. पाणी तापविलें ह्मणजे त्याचा आकार वाढतो; ह्मणून त्याचें विशिष्टगुरुत्व कमी होतें.

याच कारणाकरितां पुढे ३२व्या कळमामध्यें समान आकाराच्या पाण्याचें वजन समान स्थितींत असतां मात्र समान असतें, असें झटलें आहे. तसेंच १ घनइंच पाण्याचें वजन $25.2^{\frac{1}{2}}$ ग्रेन असतें असें आपण ह्मणतो, तेव्हांही विवक्षित स्थितींत असतां इतकें वजन असतें, ही गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे. फारगेनहीटच्या उष्णमापकांत जेव्हां पारा 62° वर असतो, तेव्हां मात्र एक घन-इंच पाण्याचें वजन $25.2 \cdot 85$ ग्रेन असतें. जेव्हां हवा फा-जील उष्ण किंवा थंड नसते अशा माधारण हवेचें हें उष्णमान आहे, आणि याहून जास्त किंवा कमी उष्णमान झालें तर दर अंशास पाण्याचें प्रसरण किंवा आकुंचन त्याच्या आकाराच्या $3 \dots$ व्या भागाहून कांहीं कमीच होतें. यास्तव स्थूलमानानें साधारण व्यवहारांत एक घनइंच पाण्याचें वजन $25.2^{\frac{1}{2}}$ ग्रेन घेण्यास कांहीं हरकत नाहीं.

३२. जास्त उष्णता दिल्यानें शेवटीं पाण्याची वाफ होते.

पाण्यास यत्किंचित् उष्णता दिली तरी त्याच्या धमांत या-प्रमाणें केरफार होतात. जर याहून जास्त जोराची उष्णता दिली तर याहूनही फार मोठे केरफार होतात. पातेलींत पाणी

घालून तिला विस्तवावर ठेविलें तर त्यावर काय काय परिणाम घडतात, हें सर्वास माहीत आहे. पाणी प्रथमतः अधिकाधिक उष्ण होत जातें, नंतर त्यास आघण येतें, आणि शेवटीं त्याचें उष्णमान २१२° फा. झालें झणजे तें कढूं लागून त्याची वाफ होऊन हवेंत जाते व अदृश्य होते. जर कढण्याची क्रिया बराच वेळ चालूं दिली तर सर्व पाणी आटून नाहीसें होतें. सकृद्-दर्शनी असें वाटतें कीं, उष्णतेनें पाणी नाहीसें झालें. पण वास्तविक पाण्याचा एक कणही नष्ट झाला नाही. त्याची अवस्था मात्र बदलली. उष्णतेनें पाण्यास द्रवरूपांतून वायु-रूपांत झणजे वाफेच्या रूपांत नेलें.

हाच प्रयोग पातेलींत न करितां चाहादार्णीत करावा. मात्र या वेळीं चाहादार्णीत थोडें पाणी घालावें, आणि झांकण गच्च बसवावें. पाणी कढूं लागलें झणजे चाहादार्णीच्या तोटींतून वाफ बाहेर येऊं लागेल, आणि जोंपर्यंत चाहादार्णीत पाणी असेल तोंपर्यंत ही क्रिया चालेल.

तोटींतून वाफ बाहेर निघते तेव्हां ती इतकी उष्ण असते कीं, तीत बोट धरिलें असतां तें वाफेनें भाजेल. परंतु बोट भाजून न घेतां वाफेमध्ये लाग्नेची कांडी धरूनही वाफ पार उष्ण असते, याची प्रचीति घेतां येईल. विस्तवापुढें कांडी धरिली असतां ज्याप्रमाणें ती नरम होते, त्याप्रमाणें वाफेंतही ती नरम होईल. तसेंच तोटींतून वाफ बाहेर पडते तिजमधून पार पाहिलें तर ती पारदर्शक आहे, अशी खात्री होईल. तोटी-पासून थोड्या अंतरावर मात्र तिची पारदर्शकता जाऊन तिचा पांढरा अपारदर्शक असा ढग बनतो, आणि मग लवकरच तो हवेंत अदृश्य होतो.

३३. वाफेंतून उष्णता काढून घेतली असतां तिचें रूपांतर होऊन उष्ण पाणी बनतें.

धंडगार चमचा किंवा ताटली घेऊन क्षणभर चाहादाणीच्या तोटीपुढे वाफेंत धरिली तर तेथून बाहेर काढतांच चमचा किंवा ताटली ओली होऊन गरम पाण्याच्या धेंवांनीं थरथरवली आहे, आणि गरम झाली आहे, असें अनुभवास येईल. आणि जर चाहादाणीच्या तोंडास लांबच लांब अशी धातूची धंड नळी बसविली तर त्या नळीच्या तोंडांतून मुळीच वाफ न येतां फक्त पार्याच बाहेर पडेल, आणि नळी गरम होईल.

यावरून विस्तवांतील उष्णता प्रथमतः चाहादार्यांत गेली, आणि नंतर तेथून त्यांतील पाण्यांत गेली. पार्या अधिकाधिक उष्ण होत जाऊन कांहीं नियमित उष्णता त्यांजें जेव्हां शांपिली तेव्हां त्याची वाफ झाली. ही वाफ जेव्हां धंड चमच्यावर आली, किंवा धंड नळींतून गेली, तेव्हां तिनें जी उष्णता पूर्वां शांपण केली होती, ती सर्व उष्णता तिनें चमच्यास किंवा पाण्याच्या नळीस अर्पण केली. ज्या उष्णतेने पाण्यास वाफेच्या स्थितींत टाविले होते, ती उष्णता यांना काढून घेतांच वाफ पुनः द्रवरूपांत गेली.

यास्तव एकाच वस्तूचीं वाफ आणि पाणी हीं दोन रूपे आहेत. पाणी उष्णता शोषण करितें, व त्यापामून हे परिणाम घडतात.

३४. जेव्हां पाण्याचें रूपान्तर होऊन त्याची वाफ होते, तेव्हां त्याचा आकार पूर्वीच्या १,७०० पट वाढतो.

चाहादार्यांतील पार्या प्रथम मापिलें, आणि त्याचें वजन केलें, आणि विस्तवाच्या उष्णतेनें जी त्याची वाफ होते तिला मापिलें, व तिचें वजन केलें, तर पाण्याच्या आकाराच्या जवळ जवळ १,७०० पट वाफेचा आकार भरेल. परंतु वाफेचें वजन मूळच्या पाण्याच्या वजनाइतकेंच राहिल. ज्याच्या आंतील

बाजू एक इंच लांब, १ इंच रुंद, आणि एक इंच खोल, अशा आहेत, असा एक चौकोनी पेला घेतला, तर त्यांत एक घनइंच पाणी मावेल. असा पेला भरून पाणी घेऊन सर्व पाण्याची वाफ होईपर्यंत त्यास कढविलें तर त्याची वाफ जवळजवळ एक घनफुट जागा व्यापील. कारण एका घनफुटांत १,७२८ घनइंच असतात. एक घनइंच पाण्याचें वजन २५२^३/_४ ग्रेन असतें, आणि याची जी वाफ होते, तिचेंही इतकेंच वजन असतें. ह्मणून आपणास असें ह्मणतां येईल कीं, वाफ हें उष्णतेनें प्रसरण पावलेलें पाणी आहे, आणि तिचें विशिष्टगुणत्व पाण्याहून १,७०० पट कमी आहे. तसेंच १ पेंटभर वाफेस थंड होऊं दिले तर तिचें १,७०० पेंट पाणी होईल. परंतु त्याचें वजन १ पेंट वाफेच्या वजनाइतकेंच असेल. ह्मणून १ पेंट वाफ संकुचित होऊन तिच्या आकाराचा १,७०० वा भाग पाणी झाले.

पाण्याची वाफ होत असतां पाणी ज्या जोरानें प्रसरण पावतें, तो जोर फार असतो. चाहादार्णातील पाणी कढत असतां तिच्या तोटीचें भोंक बंद केले तर चाहादार्णातील वाफ झांकणास वर फेंकील. जर झांकण गच्च बांधलें, तर चाहादार्णासुद्धां वाफेच्या जोरानें लवकरच फुटेल. वाफेच्या यंत्राचे जाड व घट तापकसुद्धां या रीतीनें कधी कधी फुटतात, असें पुष्कळांनी ऐकिलें असेल.

३५. वायु किंवा स्थितिस्थापक प्रवाही पदार्थ. हवा.

हा येथें एक लांब मानेचा काचेचा चवू असून त्याचें तोंड खुलें आहे. तोंडांतून जर यांत पाणी ओतून यास तंतोतंत भरिलें, तर चवू पाण्यानें भरला आहे, असें आपण ह्मणतो. यांतील

पाणी ओतून टाकिलें ह्मणजे तो रिकामा आहे, असें आपण ह्मणतो. परंतु तो खरोखर रिकामा आहे कीं काय तें पाहूं. याचें उघडें तोंड खालीं करून पाण्यानें भरलेल्या कांचेच्या पंचपात्रांत उपड्डा बुडवून त्यास पाण्यांत दाबूं. जर चंयू रिकामा खरोखर असता, तर त्याच्या मानेंत पाणी शिरून बाहेरच्या पाण्याच्या उंचीइतकें पाणी मानेंत उंच चढलें असतें. चंयूंत कांहीं नमल्यास तसें पाणी न चढण्यास कांहीं कारण नाही. दोहो तोंडांनीं उघडी अशी रिकामी कांचेची नळी घेऊन पाण्यांत बुडविली तर नळींत व तिच्या बाहेर पाणी सारख्या उंचीवर राहते. आतां त्याच नळीचें वरचें तोंड घोटानें गच्च दाबून बंद केले, आणि तिला एका तोंडानें उघडें अशा भांड्याचें रूप देऊन नळीचें खुलें तोंड पाण्यांत घातलें तर नळींत थोडेंसें मात्र पाणी चढेल. याप्रमाणें चंयूच्या मानेंतही थोडेंसें पाणी चढतें. याम्त्व रिकाम्या नळींत व रिकाम्या चंयूंत कांहीं तरी असलें पाहिजे. यानें कांहीं जागा व्यापिली अमुन दुसऱ्यास त्या टिकाणी येण्यास हें प्रतिबंध करित आहे, तेन्हां तें द्रव्य असावें. सागंश ज्या द्रव्यानें चंयू भरला आहे, त्यास ह्वा हाणतात. आणि याचें पृथ्वीसभोंवतीं जाड आवरण आहे, व त्यास वातावरण असें ह्मणतात. याविषयी पुढें जास्त विवरण केल्यावर हवेस वजन आहे असें तुझांस समजेल. हवेस गति मिळाली, ह्मणजे तिला वारा ह्मणतात; व वाऱ्याच्या परिणामावरून तुझांस कळतें कीं, हवेस गति मिळाली ह्मणजे ती गति तिला दुसऱ्या पदार्थास देतां येते.

ह्मणून हवेच्या आंगीं द्रव्यमय पदार्थांचे सर्व धर्म आहेत, आणि ह्वा हा प्रवाही पदार्थ आहे. कारण ती ज्या भांड्यांत असेल, त्याचा हुबेहुब आकार तिला प्राप्त होतो. तिचे कण

अगदी सहज चलन पावतात. आपण आपला हात हालविला, तर तिचा प्रतिबंध झाल्याचें आपणास समजतें. प्रत्येक वाऱ्याच्या झुळकीवरून ती वाहते, हें कळतें. त्याचप्रमाणें जेव्हां आपण भात्यानें हवा फुकतो तेंव्हांही भात्याच्या तोटींतून हवेचा झोट बाहेर पडतो. हवेंत असलेल्या कोणत्याही पदार्थावर सर्व दिशांनीं तिचा दाव पडतो.

परंतु हवा जरी प्रवाही आहे, तथापि ती द्रवरूपी नाही. हवा ही फार संकोच्य आहे. वरच्या प्रयोगांत चंबूच्या मानेंत किंवा नळींत थोडेंसं पाणी चढलें असें आपण पाहिलें. याचें कारण पाण्यानें हवेस संकुचित करून तिचा आकार लहान केला. हवेनें भरलेल्या तक्यामारग्वी हवेनें भरलेली पिशवी घेऊन तिजमधील हवेचा आकार पुष्कळ कमी होईपर्यंत तिला चुरडतां किंवा दाबितां येत. पाण्यानें भरलेली पिचकारी घेऊन जो प्रयोग केला, तोच प्रयोग हवेनें भरलेल्या पिचकारीनें केला, तर दृष्ट्या नळींत गच्च वसत असल्यास, कांहीं अंतरापर्यंत त्यास खाली दाबितां येत, आणि दाव काढतांच दृष्ट्या पुनः वर येतो. सारांश हवा केवळ संकोच्य आहे इतकेंच नाही, तर स्थितिस्थापक प्रवाही किंवा वायु आहे. पाण्याप्रमाणें हवाही उष्णतेनें प्रसरण पावते, परंतु तेवढ्याच उष्णमानानें हवेचें प्रसरण पाण्याहून फार जास्त होतें.

३७. पाण्याची वाफ स्थितिस्थापक प्रवाही किंवा वायु आहे.

हवेप्रमाणें वाफेच्या रूपांत असलेलें पाणी स्थितिस्थापक प्रवाही किंवा वायु आहे, व त्याच्या आंगीं वर सांगितलेले हवेचे सर्व धर्म असतात.

मागील कळमांत सांगितलेल्या चंबूंत जर थोडें पाणी घातलें

तर त्यावरील सर्व रिकाम्या भागांत हवा असते. जर चंबूस उष्ण केले, तर शेवटी त्यांतील पाणी कडू लागेल, आणि पाण्यांत वाफेचे बुडबुडे बनून पृष्ठभागीं येतील व फुटतील. पाण्यावर जी पूर्वा हवा होती, तिला हळूहळू वाफ बाहेर घालतील, आणि जर चंबूस तसेंच उष्ण ठेविलें तर त्याचा रिकामा भाग वायुरूपी पाण्यानें भरेल, आणि हें वायुरूपी पाणी हवेसारखें पारदर्शक व रंगहीन असेल. चंबूच्या तोंडांतून जी वाफ बाहेर पडने तीही स्वच्छ व रंगहीन असते, परंतु ती थोडी दूर गेल्यावर थंड होऊन थिजते, आणि द्रवरूपी पाण्याच्या बारीक कणांचा ढग बनतो.

पाण्याची वाफ हवेपेक्षां हलकी आहे, ह्याणून पाण्याहून हलके पदार्थ जसे त्यांतून वर चढतात, त्याचप्रमाणें वाफ हवेतून वर चढते.

३७. वायु आणि वाफ.

कडक उन्हाळ्यांत ज्याप्रमाणें हवा वायुरूपांत असते, त्याचप्रमाणें कडक हिवाळ्यांतही वायुरूपांत असते. परंतु फार नीच अशा उष्णमानावर तिला आपण निजवर अत्यंत दाब घातल्या, तर तिला द्रवरूप देतां येतें. यास्तव ज्यांस अत्यंत खटपटीनें थिजवितां येतें असे वायु, आणि ज्यांस सहज थिजवितां येतें असे पाण्याच्या वाफेसारखे वायु, या दोहोंमध्ये फक्त न्यूनाधिकमानाचा मात्र भेद आहे. तथापि पाण्याच्या वाफेसारख्या ज्या वायूस सहज थिजवितां येतें, त्यांस ओळखतां येण्याकरितां वाफ हें निराळें नांव त्यांस देण्यांत कांहीं सोय आहे. जिला आपण साधारणतः पाण्याची वाफ असें ह्याणतो, तिचे २१२° फा. हें कडल्या पाण्याचें उष्णमान किंवा याहून ज्यास्त उष्णमान असतां मात्र ती वायुरूपांत असते. या उष्ण-

मानाहून तिचें उष्णमान यत्किंचित् कमी होण्याजोगें वाफेस शीत केलें तर तिजपैकी बरीच वाफ थिजून तिचें कढत द्रवरूपी पाणी बनतें. ज्यास आपण वाफ ह्मणतो तें वायुरूपी पाणी, जरी कढत्या पाण्याच्या उष्णमानावर किंवा त्याहून उच्च उष्णमानावर मात्र असूं शकतें, तरी अगदीं थिजण्याच्या उष्णमानापर्यंत कोणत्याही उष्णमानावर पाणी वाय्वावस्थेंत राहू शकतें, ही गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे.

ज्या चंबूंत पाणी कढत होतें त्या चंबूंत फक्त पाणी व वाफ असतां, जर त्याच्या तोंडास बूच घालून त्यास गच्च बंद केलें आणि त्याखालील दिवा काढिला, तर जांपर्यंत चंबूचें उष्णमान कढत्या पाण्याच्या उष्णमानाइतकें राहिल, तांपर्यंत पाण्यावरील प्रत्येक घनइंच वाफेचें वजन सुमारे १/३ ग्रेन भरेल. कारण १०० घनइंच वाफेचें वजन सुमारे १५ ग्रेन भरतें. आतां असें समजूं कीं, चंबूंत द्रवरूपी पाण्यावर जी पोकळी आहे ती १०० घनइंच आहे; तर मुळारंभी त्यांतील वायुरूपी पाण्याचें वजन १५ ग्रेन भरेल. आतां जर चंबूस थंड होऊं दिलें तर वायुरूपी पाण्यापैकीं अधिकाधिक भाग थिजून द्रवरूपांत येत जाईल. परंतु चंबूचें उष्णमान थिजण्याच्या त्रिदूपर्यंत उतरलें तरी कांही पाणी वायुरूपांत राहिल, आणि त्यानें द्रवरूपी पाण्यावरील चंबूतील पोकळी भरलेली असेल. १८° फा. या जिवंत मनुष्याच्या रक्ताच्या उष्णमानावर त्या वायुरूपी पाण्याचें वजन सारें १ ग्रेन असेल. तथापि तें अद्याप १०० घनइंच जागा व्यापील. ६२° फा. उष्णमानावर १०० घनइंच वाफेचें वजन ३/४ ग्रेनाहून ज्यास्त असत नाहीं; आणि थिजण्याच्या उष्णमानावर त्याचें वजन सारें १/४ ग्रेन असतें. परंतु वायुरूपी पाण्याच्या विवक्षित आकारमानांत असलेल्या पाण्याचें

वजन, उष्णमान उतरतें त्याप्रमाणें कमी कमी होत जाते; झणून वायुरूपी पाण्याचें दाढ्य किंवा विशिष्टगुरुत्वही उष्णमान उतरेल त्या मानानें कमी होत गेलें पाहिजे. वायुरूपी पाणी किंवा वाफ कढत्या पाण्याच्या उष्णमानावर असतां, तिला संकुचित करण्यास हवेइतकाच प्रतिबंध होतो. परंतु वायुरूपी पाण्याचें उष्णमान कमी असेल त्याप्रमाणें त्यास अधिकाधिक सहज रीतीने संकुचित करितां येतें.

कढत्या पाण्याच्या चाहादाणीच्या तांटीस एक लवचीक पिशवी बांधिली, आणि कढत्या पाण्याइतकें पिशवीचें उष्णमान ठेविलें तर ती वाफेनें भरून पूर्णपणें फुगेल, आणि तिजवर जरी हवेचा दाब चोहोकडून आहे, तरी त्यांन ती दबली जाणार नाही. पिशवीस चाहादाणीच्या तांटीपासून काढिलें तरी तिचें जोंपर्यंत कढत्या पाण्याइतकें उष्णमान असेल, तांपर्यंत तिचा आकार तसाच राहिल. परंतु जर तिला थंड होऊं दिलें तर तिजमधील कमी उष्णमानाच्या वायुरूपी पाण्याचा प्रतिबंध कमी कमी होत गेल्यानें बाहेरील हवेच्या दाबानें ती हळूहळू दबून चपटी होत जाईल. झणूनच बंद केल्या चंभूम थंड होऊं दिल्यावर त्याचें वृच काढिलें तर, हवा त्यांत फार जोरानें शिरते.

३८. साधारण उष्णमानावर होणांरं पाण्याचें बाष्प-
भवन.

उथळ बशीत कांही पाणी ओतून तिला उपड्या हवेंत ठेविलें किंवा ज्या खोलींतील हवा थंड आहे अशा खोलींत ठेविलें तर त्यांतील पाणी कांही वेळानें नाहींसं होतें. दोरीवर ओले कपडे वाळत टाकिले झणजे ते लवकरच वाळतात. झणजे जें पाणी त्यांस चिकटलेलें असतें, तें नाहींसं होतें, किंवा त्याचें बाष्पभवन होतें. या रीतीनें जें पाणी

नाहींसें होतें, तें केवळ आतां सांगितलेल्या पाण्याच्या धर्मांमुळे घडतें. सारांश त्याचें रूपांतर होऊन त्या वेळच्या उष्णमानास योग्य अशा दाब्ब्याचें वायुरूपी पाणी बनतें, आणि त्या स्थितीत तें दुसऱ्या कोणत्याही वायुप्रमाणें हवेंत मिसळतें. समुद्र, सरोवरे आणि नद्या यांपामून हवेच्या उष्णमानाप्रमाणें एकसारखें वायुरूपी पाणी निघून हवेंत मिसळत असतें. ह्मणून वातावरणांत नेहमीं वायुरूपी पाणी ह्मणजे वाफ असते यांत आश्चर्य नाहीं.

विवक्षित परिमाणाच्या हवेंत उदाहरणार्थ १०० घनइंचांत त्या वेळच्या उष्णमानावर जितकें पाणी वायुरूपांत राहूं शकेल, तितकें असलें ह्मणजे ती हवा आर्द्र आहे, असें ह्मणतात. अशा स्थितीत हवेचें उष्णमान यत्किंचित् कमी झाले, ह्मणजे वायुरूपी पाण्यापैकी कांहीं पाणी द्रवरूपांत जातें. आर्द्र असलेल्या उष्ण हवेंमध्ये असलेल्या पेल्यांत ताजे थंड पाणी आंतले ह्मणजे लागलीच पेल्याची बाहेरची बाजू दंबानें थबथबते, असें आपण नेहमीं पाहतों. याचें कारण असें असतें की, पेल्याच्या थंड बाजूच्या सनिध आसपास हवेंत जें वायुरूपी पाणी असतें, तें शीत होऊन ज्या उष्णमानावर तें सर्व पूर्वी वायुरूपांत राहूं शकलें होतें, त्याहून त्याचें उष्णमान कमी झाल्यानें कांहीं पाणी दंबाच्या रूपानें पेल्याच्या बाहेरच्या बाजूवर जमतें. अशा दिवसांत आंले कपडे चांगले वाळत नाहींत. कारण अशा वेळां हवेच्या उष्णमानावर हवेंत जितकें वायुरूपी पाणी राहूं शकतें, तितकें पूर्वीच असतें, व ज्यास्त वाफेस जागा नसते.

३९. ऊन पाण्यास थंड केलें ह्मणजे तें प्रथमतः आकुंचन पावतें, परंतु नंतर कांहीं वेळानें प्रसरण पावतें.

१ असली हवा पावसाच्या आरंभा व उन्हाळ्याच्या अखेरीस या देशांत असते.

पाण्यास उष्ण केलें झणजे त्यामध्ये काय विलक्षण फेरफार होतात, ते आपण पाहिले. प्रथम तें हळूहळू प्रसरण पावतें, व तें प्रसरण थोडें असतें. परंतु तें कढू लागलें झणजे तें एका-एकी अत्यंत प्रसरण पावतें, आणि नंतर तें द्रवरूपांत न राहतां वायरूपांत जातें.

आतां ऊन पाण्यास शीत केलें तर तें हळू हळू आकुंचित होत होत हवेच्या साधारण उष्णमानावर येतें; परंतु जर हवा फार थंड असली, किंवा पाण्यास कृत्रिमरीत्या शीत केलें तर त्याचें उष्णमान ३९° फा. होईपर्यंत मात्र तें आकुंचित होत जातें; आणि नंतर ते पुनः प्रसरण पावूं लागतें. जे पदार्थ साधारण उष्णमानावर द्रवरूप असतात, अशा सर्व पदार्थांच्या धर्मापामून भिन्न असा हा पाण्यामध्ये चमत्कारिक धर्म आहे. झणून ३९° फा. उष्णमानावर शुद्ध पाण्याचें दाढ्य किंवा विशिष्टगुणत्व अत्यंत असतें, आणि या उष्णमानावर असलेलें विवक्षित आकारमानाचें पाणी दुसऱ्या कोणत्याही उष्णमानावरील याच आकारमानाच्या पाण्यापेक्षां ज्यास्त जड असतें. यास्तव भांड्याच्या पृष्ठभागाचें पाणी या उष्णमानावर येईपर्यंत त्यास शीत केलें तर तें तळीं जातें, आणि भांड्याच्या बुडावरचें पाणी याहून कमी उष्णमानावर येईपर्यंत शीत केलें, तर तें चढून पृष्ठभागां येतें.

४०. याहून आणखी पाण्यास शीत केलें झणजे त्याचें पारदर्शक, ठिसूळ, व घन, असें स्वरूप होतें.

हिवाळ्यांत इंग्लंडदेशांत जशी थंड हवा पडते, तशी हवा जेथें पडते, अशा नीलगिरीपर्वतावर किंवा सिमल्यास हिवाळ्याच्या दिवसांत रात्री पाण्याचा पेला घराबाहेर उघड्या हवेंत ठेविला, तर त्यांतील पाण्याचें उष्णमान हळू हळू उतरत जाऊन

सर्व पाण्याचें उष्णमान 39° फा. होतें. याहून आणखी शीत झाल्यावर असें शीत झालेलें पाणी हलकें असल्यामुळें पृष्ठभागींच राहतें. याप्रमाणें उष्णमान उतरत जाऊन त्यांत बुडविलेल्या उष्णमापकांतील पारा 32° फा. पर्यंत उतरतो. या वरच्या पाण्याचें 32° फा. खालीं यत्किंचित् उष्णमान उतरतांच द्रवरूपी थंड पाण्याचें घनपाणी किंवा बर्फ होऊन पृष्ठभागीं त्याचा कांचेसारखा पापुद्रा दिसतो. याप्रमाणें जर सर्व पाणी या उष्णमानावर येईपर्यंत शीत होऊं दिलें तर सर्व पाण्याचें याप्रमाणें हळू हळू बर्फ बनतें.

या स्थितींत पाणी घन असते. साध्या पाण्याप्रमाणें हें घनपाणी कांहीं जागा व्यापितें व प्रतिबंध करितें. यास वजन असतें, व यास गति मिळाली असतां ती गति त्यास दुसन्याम देतां येते. थंड अशा टिकार्णीं पेल्यांतून बर्फाच्या खड्यास बाहेर काढिलें तरी त्याचा आकार जशाचा तसा राहतो. त्यांत कांहीं फेरफार होत नाही. यावर दाबिलें तर तें फार कठीण लागतें, व दबलें जात नाही. जर फारच दाब घातला तर कांचेसारखें फुटून त्याचा चुरा होतो. याप्रमाणें याची पूड करितां येते, आणि वाळवेसारख्या बर्फाच्या चुन्याचा ढीगही घालतां येतो.

याप्रमाणें उष्णतेनें पाण्याची वाफ केली झणजे तिचें वजन पाण्याच्या वजनाइतकेंच असतें, त्याचप्रमाणें पाण्यांतून उष्णता काढून घेऊन त्याचें बर्फ केलें झणजे त्याचें वजन पाण्याच्या वजनाइतकेंच असतें.

४१. पाण्याचें बर्फ केलें झणजे बर्फाचें विशिष्टगुणत्व पाण्याहून कमी असतें.

पेल्यांत झालेल्या बर्फाचें वजन जरी मूळच्या पाण्याइतकेंच असतें, तरी त्याचा आकार मूळच्या पाण्याएवढाच नसतो.

३९° फा. खाली त्याचें उष्णमान उतरूं लागल्यापासून पाणी प्रसरण पावूं लागतें, आणि जेव्हां पाणी घन स्थितींत जातें, तेव्हां ३९° फा. उष्णमानावर त्याचा जेवढा आकार होता, त्याहून त्याचा आकार घनस्थितींत $\frac{1}{9}$ वाढतो. ३९° फा. उष्णमानाच्या पाण्याचें विशिष्टगुरुत्व १ कल्पिलें तर बर्फाचें विशिष्टगुरुत्व ०.९१६ असतें.

पाणी गोठतांना जरी इतकें थोडें प्रसरण पावतें, तरी तें ज्या जोरानें प्रसरण पावतें, तो जोर बाफेसारखाच प्रचंड असतो. जर लोखंडाची एक नळी घेऊन तींत पाणी भरिलें, व तिचें तोंड मळसूत्रानें गच्च बंद केलें, आणि ती नळी जेथें पाणी थिजेल अशा थंड ठिकाणी ठेविली, तर तिजमधील पाणी थिजलें झणजे लोखंडाम फोडून बर्फ बाहेर पडेल. विलायतेंत फार कडक हिवाळा पडला झणजे पाण्याचे नळ अनेकवेळां फुटतात; याचें कारण असें असतें कीं, त्यांतील पाणी जेव्हां गोठतें, तेव्हां तें प्रसरण पावतें; आणि प्रसरण पावलेल्या बर्फास जागा नसल्यामुळें नळास फोडून तें बाहेर येतें. ज्याप्रमाणें फार घट्ट अशी बंडी घातली तर ती आंग किंचित् ताणतांच फाटते, तद्वत्च येथें नळ फुटतो.

थंड देशांत डोंगराच्या माथ्यावर आणि पर्वताच्या बाजूंवर आणि उष्ण देशांत फार उंच अशा पर्वतांच्या माथ्यांवर व बाजूंवर मोठ्या घट्ट व कठीण अशा खडकांस दरसाल हिवाळ्यांत बर्फानें भेगा पडतात, व ते फुटतात. जणूकाय ब्रेलदारच खार्गीत खडक फोडीत आहेत, असा प्रकार घडतो. याचें कारण असें असतें कीं, पर्जन्य काळी पावसाचें पाणी खडकांच्या फाटींत व चिरींत शिरून तिथें जमून राहतें. नंतर हिवाळ्याची थंडी पडली झणजे तें पाणी थिजून त्याचें बर्फ होतें, आणि तें बर्फ पाण्याचे नळ फोडतें त्याप्रमाणेंच खडकांस फोडितें.

४२. वातावरणांतील वायुरूप पाणी थिजून बर्फाचे स्फटिक बनले झणजे त्यास थिजलेला दहिंवर झणतात.

इंग्लंडांत हिवाळ्यांत निरभ्र व कडक थंडीच्या रात्री घराची छपें व झाडें पांढरीं शुभ्र झालेलीं अशीं अनेक वेळां दिसतात. ही जी पांढरी शुभ्र पूड पसरलेली दिसते, तिला थिजलेलें दहिंवर असें झणतां येईल. उजाडल्यावर तिकडचे लोक जागे झाले झणजे ग्योलीच्या खिडक्यांच्या भिंगांवर नाजूक छोट्या वनस्पतींसारख्या अत्यंत सुंदर अशा चित्रविचित्र आकृति त्यांम दिसतात. ज्या पांढऱ्या पदार्थांनं पारदर्शक भिंगें अपारदर्शक पांढऱ्या भिंगांप्रमाणें दिसतात, त्याची थोडीशी पांढरी पूड झणजे थिजलेलें दहिंवर घेतलें तर तें लौकरच वितळून त्याचें पाणी होतें. ही पांढरी पूड खरोखरच बर्फाची असते. खिडकीच्या भिंगावरील आकृति महत्कारी भिंगांतून ग्राहिल्या तर त्या बर्फाच्या तुकड्यांच्या बनलेल्या आहेत, व ते तुकडे नियमित आकाराचे असून अशा व्यवस्थित रीतीनं जोडलेले असतात, कीं त्यांपासून एक सुंदर आकृति बनलेली आहे, असें दिसतें. हे नियमित आकाराचे बर्फाचे तुकडे खाली लिहिल्याप्रमाणें उत्पन्न होतात. खोलीतील हवा बाहेरच्या हवेपेक्षां पुष्कळ उष्ण असते, आणि श्वासोच्छ्वास आणि आर्द्र पृष्ठनागांपासून घडलेलें बाष्पभवन यांपासून उत्पन्न झालेली पाण्याची वाफ त्या उष्णमानावर हवेंत जितकी राहूं शकेल, तितकी मिसळलेली असते. कांचेचीं भिंगें पातळ असल्यानं बाहेरच्या हवेनं थंड होतात, आणि खोलीतील वाफ थंड कांचेच्या संनिध आली झणजे थिजून भिंगांवर थंड पाण्याचे सूक्ष्म बिंदु जमतात. भिंगें अधिकाधिक थंड होत गेलीं झणजे ते सूक्ष्म बिंदु

थिजतात, आणि मूळचें वायुरूप पाणी घनरूपांत जातें, इतकेंच नाही, तर त्यास स्फटिकरूप प्राप्त होतें. झणजे ते छोटे भरीव तुकडे ज्यास्त कमी नियमित असे भूमितीचे आकार धारण करतात; आणि ते वरून चपटे असून त्या चपट्या बाजू एकमेकांशी नियमितमानानें अशा कललेल्या असतात की, जणूकाय कांचेचेच तुकडे विशेष रीतीनें कापून जोडलेले आहेत. वास्तविक झटले झणजे सर्वच बर्फ स्फटिकरूप असतें. मोठ्या जलसमुदायापासून पाण्याच्या मोठ्या पृष्ठभागावर जें बर्फ बनतें त्यांत बर्फाचे स्फटिक इतके एकत्र झालेले असतात की, ते तेथे वेगळे दिसत नाहीत.

४३. बर्फास उष्ण केलें झणजे त्याचें उष्णमान ३२° फा. वर येतांच त्याचें रूपांतर होऊन पुनः पाणी बनतें.

इंग्लंडामारख्या थंड देशांत कडक थंडी पडलेली असते तेव्हां उघड्या हवेंत पडलेला एखादा बर्फाचा खडा घेतला, तर त्याचें उष्णमान ३०° फा. किंवा २०° फा. किंवा याहूनही कमी असतें. असा खडा जर गरम खोलींत नेला, तर बर्फ हळू हळू गरम होतें, पण त्याचें उष्णमान ३२° फा. वर चढपर्यंत त्यांत कांहीं फेरफार होत नाही. हें या उष्णमानावर आलें झणजे मात्र तें वितळू लागतें, आणि सर्व वितळपर्यंत त्याचें उष्णमान ३२° फा. च असतें; आणि त्यापासून जें पाणी होतें, त्याचेंही प्रथम ३२° फा. उष्णमान असतें. मोठ्या विस्तवांत जरी एखादा बर्फाचा खडा टाकिला, तरी बर्फाचा यत्किंचित् कण राहिला असेल तोंपर्यंत, त्याचें उष्णमान ३२° फा. वरच राहिलें. ज्यास्त चढणार नाही. पाणी कटू लागलें झणजे जो प्रकार अनुभवास येतो, त्यासारखाच थेट हा प्रकार आहे. जोंपर्यंत पाण्याची वाफ होत असते,

तोंपर्यंत उष्णमान चढत नाही, आणि जी वाफ होते, तिचेही प्रथम २१२° फा. च उष्णमान असते.

४४. बर्फ हें घनरूप, पाणी हें द्रवरूप, आणि वाफ हें वायुरूप, अशीं हीं एकाच सृष्टपदार्थाचीं तीन रूपे आहेत. प्रत्येक रूप कांहीं नियमित उष्णतेवर अवलंबून असते.

बर्फ, पाणी, आणि वाफ या तीन वस्तु परस्परांपासून अगदीं भिन्न आहेत. दुसऱ्या कोणत्याही ३ वस्तु घेतल्या तर त्यांमध्ये परस्पर जितके भिन्नत्व दिसेल तितके यांमध्येही आहे असें ह्मणण्यास हरकत नाही. तर पाणी या एकाच पदार्थाची ही तीन रूपे आहेत, असें आपण ह्मणतो याचा अर्थ काय ?

याचा वास्तविक अर्थ असा आहे की, आपण जर कांहीं विवक्षित परिमाणाचे पाणी घेतलें, उदाहरणार्थ १ घनइंच, आणि त्याचे प्रथम बर्फ केलें, नंतर वाफ केली, तरी कांहीं गोष्टीत या तिहींमध्ये साम्य राहतें; त्या गोष्टी ह्या होतः—(१) तिहींचे वजन सारखे राहतें; एक घनइंच पाण्याचे वजन २५२ $\frac{1}{2}$ ग्रेन असते. त्याचे बर्फ केलें तर त्या बर्फाचे वजनही २५२ $\frac{1}{2}$ ग्रेनच असते; आणि त्या बर्फाची वाफ केली तर त्या वाफेचे वजनही २५२ $\frac{1}{2}$ ग्रेनच असते. (२) बर्फ, पाणी, व वाफ यांस सारख्या जोरानें ढकललें तर तीनही सारख्याच वेगानें चलन पावतात; आणि त्यांस गति मिळाल्यावर कोणत्याही चलपदार्थावर त्यांचा आघात झाला असतां त्या पदार्थावर तिहींपासून सारखाच परिणाम घडतो.

(३) तुझी रसायनशास्त्र शिकलां ह्मणजे तुझांस असें समजेल कीं बर्फ, वाफ आणि पाणी यांचें पृथक्करण केलें असतां नियमित वजनाचे आक्सिजन, आणि हैद्रोजन हेच दोन वायु

नेहमीं प्राप्त होतील व दुसरें कांहीं मिळणार नाहीं. १ घनइंच पाणी किंवा १७०० घनइंच वाफ किंवा $१\frac{१}{११}$ घनइंच बर्फ यांपासून नेहमीं $२८\frac{१}{१८}$ ग्रेन हैद्रोजन आणि $२२४\frac{१}{१८}$ ग्रेन आक्सिजन मात्र मिळेल, आणि दुसरें कांहीं मिळणार नाहीं. (कलम १० पहा).

आतां विवक्षित पाण्याच्या वजनांत आणि त्यापासून केलेल्या बर्फाच्या किंवा वाफेच्या वजनांत कांहीं फरक असत नाहीं, ह्मणून हीं रूपें देण्याकरितां पाण्यांतून जी उष्णता काढून घेतो, किंवा त्यांत मिळवितो तिला वजन असूं शकणार नाहीं, हें उचवड आहे. याकरितां जर उष्णतेस द्रव्यमय पदार्थ असें मानिलें तर तो गुरुत्वशून्य असला पाहिजे. यास्तव प्राचीन काळी उष्णतेस गुरुत्वशून्य पदार्थ असें ह्मणत. या पदार्थास वजन नसून जेव्हां याचा प्रवेश दुसऱ्या पदार्थाच्या कणांत होऊन तो पदार्थ उष्ण होतो, तेव्हां तो त्यांस परस्पर दूर लोटितो; आणि जेव्हां त्यांतून हा पदार्थ निघून जाऊन ते पदार्थ थंड होतात, तेव्हां तो त्यांस परस्पर जवळ जाऊं देतो, असा उष्णता हा एक प्रवाही पदार्थ आहे, असें समजत.

४२. उष्णतेचीं कार्यें द्रव्याच्या कणांच्या शीघ्रगतीचे परिणाम आहेत.

निदान ही गोष्ट खरी आहे कीं, उष्णतागतीनें उत्पन्न करिता येते. धातूचा बटण घांसला असतां तो कट्टत होतो, हा अनुभव प्रत्येक मुलास असतो. हुशार लोहार लोखंडाच्या तुकड्यावर हातोड्याचे धाव मारूनही त्यास लालभट्टक करील. चाकांच्या कण्यांस तेल किंवा चरबी वरोबर रीतीनें व्याविली नसली, तर त्यांचे त्यांच्या आघारांवर घर्षण होऊन ते लालभट्टक होतात. दोन बर्फाचे तुकडे घेऊन त्यांस एकमेकांवर घांसलें तर व्यापा-

सून जी उष्णता उत्पन्न होते, त्या उष्णतेने ते वितळतात. तुझी सृष्टिशास्त्र किंवा पदार्थविज्ञानशास्त्र शिकलां ह्मणजे उष्णता आणि उष्णतेपासून जीं कायें होतात तीं द्रव्याच्या शीघ्रगतीचे परिणाम आहेत, असें मानण्यास शेंकडां दुसरीं कारणें तुहांस आढळतील.

ज्यास गति असल्याचें विलकुल दिसत नाही, असा स्थिर पदार्थ उष्ण असूं शकतो. एका पेल्यांत 100° फा. उष्णमानाचें ऊन पाणी असलें, आणि दुसऱ्यांत 32° फा. उष्णमानाचें थंड पाणी असलें तरी दोहोंचे पृष्ठभाग संध दिसतात. ऊन पाण्यांत थंड पाण्यापेक्षां कांहीं विशेष चलनचलन दिसत नाही. तर मग उष्णता हा एक गतीचा प्रकार आहे, आणि ज्याप्रमाणे पदार्थांत उष्णता ज्यास्त असेल, त्याप्रमाणें त्यांत ज्यास्त गति असते, असें ह्मणतात, याचा अर्थ काय ?

या प्रश्नाचें उत्तर असे आहे की, ज्या गतीपासून उष्णतेच्या क्रिया घडतात, ती गति उष्ण पदार्थाच्या सर्व पिडाची दृश्यगति नसून ज्या निरनिराळ्या कणांचा तो पिड बनलेला आहे, त्या कणांची गति असते. प्रत्येक कण सरळ रेषेंत चलन पावत नसून एकाच जागीं पुढें मागे चलन पावत असतो. यामुळें घड्याळाच्या लंबकासारखी किंवा छोट्या घड्याळांतील तुलाचक्रासारखी प्रत्येक कणाची गति असते. ही गति वास्तविक एक प्रकारची आंदोलक (ह्मणजे हेलकाव्याची) गति असते. प्रत्येक आंदोलन अत्यंत अल्प अशा अवकाशांतून अति त्वरेनें घडतें. ज्याप्रमाणें द्रव्याच्या कणांच्या कपनानें ध्वनीचें ज्ञान होतें, त्याचप्रमाणें द्रव्याच्या कणांच्या आंदोलक गतीनें उष्णतेचें ज्ञान होतें. पातेल्यावर टोला मारिला ह्मणजे आवाज जर फार उच्च नसला, तर पातेल्याची वाज कंपित असलेली स्पष्ट दिसते. एका लांब लांक-

डाच्या फळीच्या एका टोंकास कान लाविला आणि दुसऱ्या टोंकावर कंपित असलेले लहानसें भांडें ठेविलें तर त्याच्या कंपनांनं लांकडाचे कण कंपित होतील आणि कानास मोठा आवाज ऐकूं येईल. जोंपर्यंत ध्वनि ऐकूं येतो, तोंपर्यंत लांकडाचे कण कंपित असतात, तथापि सर्व लांकूड हालत नाहीं. परंतु त्याचे कण अशा सूक्ष्म अवकाशांतून पुढें मार्गें हेलकावे ग्यातात कीं, त्यांची गति समजण्यांत येत नाहीं.

पण ज्यांच्या कंपनापामून उष्णतेच्या क्रिया घडतात, ते द्रव्याचे कण कोणते ? हें अद्याप समजावयाचें राहिलें आहे.

४६. पाण्याची रचना किंवा बनावट.

शुद्ध पाणी हें अगदी स्वच्छ व पारदर्शक असतें. नुसत्या डोळ्यांनीं त्याच्या निर्गमिगळ्या भागांमध्ये ह्मणजे कणांमध्ये कांहीं भेद दिसत नाहीं. ह्मणजे पाणी कसें बनलेलें आहे, हें कांहीं नजरेस पडत नाहीं. परंतु यावरून असें ह्मणतां येत नाहीं कीं, पाण्यामध्ये बनावट किंवा घडण ग्वरोखरच कांहीं नाहीं. कारण ज्या कित्येक वस्तु एरवीं सर्वत्र सारख्या दिसतात, त्यांस महत्कारी भिगानें पाहिलें असतां त्यांमध्ये सुद्धां कांहीं बनावट किंवा रचना दृष्टोत्पत्तीस येते. सफाईदार अशा शुभ्र कागदाचें पान घेतलें तर नुसत्या डोळ्यांस त्याचा पृष्ठभाग अगदीं साफ व गुळगुळीत दिसतो. परंतु साधारण शक्तीच्या महत्कारी भिगानें पाहिलें असतां तो ज्या सूक्ष्म काष्ठतंतूंचा बनलेला असतो, ते तंतु दिशूं लागतात, आणि मोठ्या शक्तीच्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें तर कागद जाड्या डाळीसारखा दिसतो.

सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें सूक्ष्म पदार्थ पाहण्याच्या भिगाच्या तुकड्यावर पाण्याचा बारिक येंब घेतला आणि त्यावर दुसरा पातळ कांचेचा तुकडा दाबून त्यास पसरूं दिलें, तर त्याची जाडी

१०००० इंचाहून ज्यास्त असणार नाही. आतां त्यास अति मोठ्या शक्तीच्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें पाहतां येईल. तथापि अशा यंत्रानेही तें पाणी सर्वत्र सारखें दिसतें, आणि पूर्वीपेक्षां त्याच्या निरनिराळ्या भागांचें कांहीं ज्यास्त ज्ञान होत नाही. तत्राप यावरून परस्पर भिन्न अशा सूक्ष्म कणांचें पाणी बनलें नाहीं, जसें सिद्ध होत नाही. यावरून इतकेंच सिद्ध झालें कीं, पाण्याचे कण इतके सूक्ष्म असतात कीं, ज्या सूक्ष्मदर्शक यंत्राची ४ किंवा ५ हजारपट मोठें करून दाखविण्याची शक्ति आहे, अशा यंत्रानेंमुद्दाम त्यांस वेगवेगळें ओळखतां येत नाही.

घन पदार्थांचे इतके सूक्ष्म भाग करितां येतात कीं, मोठ्या शक्तिमान व उत्तम अशा सूक्ष्मदर्शक यंत्रानेही ते दिसत नाहींत. गम मास्टिक ह्मणजे मास्टिक या वनस्पतीचा डींक हा पदार्थ पाण्यांत विद्रुत होत नाही, परंतु तीव्र मद्याकांत किंवा आल्कोहोलांत विद्रुत होतो आणि मास्टिकचें व्हार्निस हा पदार्थ त्याचा आल्कोहोलांत केलेला द्रव असतो. या व्हार्निसांत जर पाणी घातलें तर आल्कोहोल पाण्याशीं संयोग पावतो, आणि मास्टिक वेगळें होतें, व घन पदार्थ तळीं बसतो. तो पांढुरक्या कणांचा बनलेला असतो असें स्पष्ट दिसतें. परंतु जर व्हार्निसाचा एक थेंब अर्धा पेंट पाण्यांत मिळविला, आणि पाणी चांगलें ढवळलें, तर मास्टिक जरी घनरूपांत वेगळें झालेलें असतें, तरी तें या वेळीं अशा अत्यंत सूक्ष्म कणांच्या अवस्थेंत असतें कीं नुसत्या डोळ्यांस मास्टिकचे कण पाण्यांत दिसत नाहींत; परंतु पाण्यास किंचित् दुधासारखी पांढरी झांक येते.

मास्टिकचे घन कण पाण्यांत पसरल्यामुळें त्यास हा पांढरेपणा आलेला असतो. जर प्रयोग बराबर रीतीनें केला, व या द्रव्याचा एक थेंब कांचेच्या दोहों तुकड्यांमध्ये पसरून सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या अति मोठ्या शक्तीनें पाहिलें तरी या कणांचा कांहीं

मागमूस सुद्धां दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं. केवळ दृष्टीच्या संबंधा-
नेच विचार केला तर तो शुद्ध पाण्याचाच थेंब आहे असें वा-
टतें. हल्लीं आपल्याजवळ जीं उत्तम सूक्ष्मदर्शक यंत्रें आहेत,
त्यांच्या योगानें ज्यांचा व्यास $\frac{9.000.000}{9.000.000}$ इंच आहे, अशा
सूक्ष्म घन पदार्थांस मात्र पाहतां येतें. यावरून कदाचित् याहून
फार सूक्ष्म अशा अपारदर्शक कणांनीं पाण्यास गढूळपणा ये-
ऊन त्यांचें अस्तित्व स्पष्ट होत असावें; झणून जे मास्टिकचे
कण अदृश्य असतात ते याहूनही फार लहान असले पाहिजेत.
यावरून असें दिसतें कीं, $\frac{9.000.000}{9.000.000}$ इंच व्यासाच्या भिन्न
भिन्न कणांचें किंवा थेंबांचें जर पाणी बनलें असलें, व अतिसूक्ष्म
दृष्ट्यासारखी त्यांची घडण असली, तर आजपर्यंत जीं सूक्ष्मदर्शक
यंत्रें करण्यांत आली आहेत, त्यांपैकी कोणत्याही यंत्रानें त्या रच-
नेचा मागमूससुद्धां आपणास दिसणार नाहीं. सारांश त्याविषयी
आपणास कांहीं प्रत्यक्ष प्रमाण मिळणार नाहीं.

४७. गृहीत कल्पना, त्यांचे उपयोग आणि त्यांची
मातन्बरी.

विविश्रित मर्यादेच्या पलीकडे जेव्हां आपल्या जवळ उपलब्ध
असलेल्या साधनांनीं आपणास एखाद्या सृष्टीगोष्टीचें अवलोकन
करितां येत नाहीं, तेव्हां जर आपण तसेंच अवलोकन पुढें चा-
लविलें तर आपणास काय दिसेल, किंवा आपल्या अनुभवास
काय येईल, याविषयी कांहीं गोष्टी गृहीत घेणें यथान्याय अगून
अनेक वेळां फार उपयोगी पडतें. अशा जातीच्या गृहीत गो-
ष्टीस गृहीत कल्पना असें नांव देतात. ती कल्पना खरी आहे,
असें घेऊन ती ज्यासंबंधीं असेल, त्या संबंधाच्या जितक्या
क्रिया आपणास व्यक्त करितां येतात, त्या मानानें अशा कल्प-
नेची मातन्बरी ज्यास्त किंवा कमी आहे असें समजतात.

उदाहरणार्थ, जर तुमच्या मागे जवळच एखादा मनुष्य उभा असला, आणि तुमच्या पाठीवर एकाएकी बुक्की बसली, तर बुक्की बसण्यास कारण काय झालें, याविषयीं तुझांजवळ कांहीं प्रत्यक्ष पुरावा नसतो; आणि जर तुझी दोघेच तेथें असलां, तर दुसराही कांहीं पुरावा मिळूं शकणार नाहीं. पण तुझी लागलेच असे गृहीत घेतां कीं, या जवळ असलेल्या मनुष्यानेंच मारिलें. आतां हीही कल्पना आहे, व ती यथायोग्य आहे. कारण (१) त्या कल्पनेवरून घडलेल्या गोष्टीचें कारण सांगतां येतें, आणि (२) त्या गोष्टीचें दुसरें कोणतेंही कारण संभवत नाहीं. ह्मणजे सृष्टीच्या साधारण राहाटीवरून दुसरा कांहीं संभव मनांत आणतां येत नाहीं. तुमच्या जवळचा मनुष्य जर असे प्रतिपादन करूं लागला कीं, बुक्की बसली असें तुझास उगाच वाटलें, किंवा कोणी अदृश्य पिशाचानें तुझास मारिले. तर हें त्याचें ह्मणणें तुझी बहुधां कबूल करणार नाहीं. तुझी लागलेच त्यास ह्मणाल कीं, घडलेल्या गोष्टीच्या कारणाविषयी ज्या दोन कल्पना त्यानें सांगितल्या त्या अत्यंत असंभवनीय आहेत, किंवा सृष्टीच्या साधारण क्रमामध्ये अशा जातीचे खोटे भास कधी होत नाहींत, व भूतें कधी मारीत नाहींत. सारांश त्याच्या कल्पना अशाल्म दिसतील, आणि तुमच्या सशाल्म किंवा यथान्याय दिसतील. आणि हजार वांट्यांनीं तुमच्या कल्पनेवरूनच तुझी पुढील तजवीज कराल. रोजच्या व्यवहारांतील शंकडा ९० गोष्टी अशा तऱ्हेच्या कल्पनांवर अवलंबून असतात, आणि व्यवहारांत आपणास यश किंवा अपेश येणें हें या कल्पनांच्या सशाल्मतेवर अवलंबून असतें. अमका मनुष्य नेहमीं खरें बोलतो, अशी कल्पना गृहीत घेऊन तुझी त्यावर विश्वास ठेवितां. दुसरा एखादा मनुष्य दार किंवा ला-

यस कूळ आहे, अशी गृहीत कल्पना घेऊन त्यास त्याच्या पतीवर पैसा देतां.

याप्रमाणें ज्या गोष्टींच्या कारणांविषयीं प्रत्यक्षप्रमाणें आढळत नाहीत, त्यांचीं कारणें सांगण्याकरितां कांहीं तरी कल्पना बसवावी लागते, आणि खरोखरच अशी कल्पना बसविणें त्यास भाग पडतें. अशा कल्पना ज्याप्रमाणें व्यवहारांत सशास्त्र व अवश्य असतात, त्याचप्रमाणे शास्त्रांतही असतात. मात्र शास्त्रीयरीतीनें विचार करणारानें हें पुरें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, गृहीत कल्पनेनें पर्यवसान होत नाही, ह्मणजे तड लागत नाही. परंतु तेंगंकरून पुढें विचार करण्यास साधन मिळतें. ह्मणजे ज्या गोष्टीचीं कारणें शोधून काढण्याविषयीं आपली मति खुंटते, तीं कारणें समजण्यास कांहीं साधन व्हावें, एवढाच गृहीत कल्पनेचा उपयोग असतो. अशा कल्पनेनें परिसमाप्ति होत नाही, ह्मणजे अगदीं मुळापर्यंत कारणें सांगतां येत नाहीत, हें पक्कें लक्षांत ठेविलें पाहिजे. रोजच्या व्यवहारांत कल्पना बसवितांना याकडे कधी कधी लक्ष पांचत नाही, ती चुकी आहे. सृष्टीचा क्रम व्यक्त करण्यास जांपर्यंत त्यांचें सहाय्य होतें, तांपर्यंत त्या कल्पना सत्य आहेत, असें आपण मानावें. परंतु सृष्टिक्रमांतील कोणत्याही गोष्टीशीं गृहीत कल्पना विसंगत किंवा विरोधी आहे असें कळतांच ती कल्पना यथाशास्त्र नाही असें समजून ती एकदम आपणास सोडून दिली पाहिजे.

४८. पाणी भिन्नभिन्न कणांचें (अणूंचें) बनलें आहे, ही गृहीत कल्पना.

पाणी जरी भिन्नभिन्न कणांचें बनलें असलें तरी ते कण आपणास पाहतां येत नाहीत, व ते कधीतरी पाहतां येतील अशा-विषयींही फारशी आशा नाही, असें आपण वर दाखविलें; त-

यापि पाणी अशा कणांचें बनलें आहे अशी कल्पना गृहीत घेऊन जर आपणास पाण्याच्या धर्माचें स्पष्टीकरण करण्यास सहाय्य मिळेल तर अशी कल्पना गृहीत घेणें यथाशास्त्र होईल.

द्रवरूपी पाणी अशा असंख्य कणांचें खरोखरच बनलें आहे, आणि हे कण इंचाच्या $\frac{1}{30,000,000}$ हून कमी (बहुतेक याहूनही पुष्कळ कमी) व्यासाचे आहेत, अशी कल्पना करूं. या कणांस अणु हें नांव देऊं.

हे अणु एकमेकांस आकर्षण करितात, असें द्रव्याच्या साधारण धर्मावरून आपणास ह्मणतां येईल. परंतु पाणी हें दुःसंकोच्य आहे, ह्मणून त्याचे अणु साक्षात् एकमेकांस लागलेले नसून धुरळा असलेल्या खोलींतील अणुरेणु ज्याप्रमाणें एकमेकांपासून कांहीं अंतरावर अलग असतात, त्याचप्रमाणें हे अणुही एकमेकांपासून कांहीं अंतरावर अलग आहेत असें मानणें यथान्याय होईल.

हे अणु एकमेकांपासून दूर कशामुळें राहातात, त्याचा आतां विचार करूं. त्यांवर अति मोठा यांत्रिक दाब घातला तरी ते परस्परांजवळ फारच थोडे सरकतात, असें आपणास वर समजलें. ह्मणून त्यांस एकमेकांपासून दूर ठेवणारी कांहीं तरी प्रतिसारक शक्ति असली पाहिजे, ह्मणजे त्यांस जवळ येण्यास कोणीतरी प्रतिबंध करित असलें पाहिजे. हा प्रतिबंध किंवा ही प्रतिसारक शक्ति जीस आपण उष्णता ह्मणतां तीच असावी. कारण पाणी थंड केलें, किंवा पाण्यांतील उष्णता काढून घेतली ह्मणजे त्याचा आकार कमी होतो. ह्मणजे त्याचे कण परस्पर अधिक जवळ येतात, किंवा त्यांचा एकमेकांपासून परस्पर दूर राहण्याचा कल कमी होतो. परंतु त्याचें उष्णमान वाढविल्यानें पाण्याचा आकार वाढतो. ह्म-

णत्रे त्याचे कण परस्पर दूर जातात, किंवा त्यांचा परस्पर दूर राहण्याचा कल वाढतो.

पाण्याच्या अणूंच्या आंगांनी परस्पर जवळ येण्याचा कल ज्या कारणाने आलेला असतो, त्यास आकर्षक शक्ति हें नांव दिलें, आणि ज्या कारणानें हे अणु परस्पर दूर राहतात, व ज्यामुळें यांस पार त्वरेची कंक्षित गति मिळते, त्यास प्रतिसारक शक्ति असें नांव दिलें, तर द्रवस्थितीत या दोहों शक्तींचें असें समतोलन झालेलें असतें कीं, अणू जरी चलन पावण्यास अगदीं स्वतंत्र असतात, तथापि ते एकमेकांजवळ राहतात, आणि परस्परांपासून दूर जात नाहींत. ही प्रतिसारक शक्ति आणि उष्णता एकच असून उष्णतेमुळेंच अणूंस कंपित गति मिळालेली असते.

पाण्यास उष्णता दिल्यानें त्याचे अणू पूर्वीच्या १०।१२ पट परस्परांपासून दूर जाईपर्यंत त्यांमधील प्रतिसारक शक्ति वाढते, आणि शेवटीं आकर्षकशक्ति नाहींशी होऊन जर अणूंस कोंडून ठेविलें नसलें तर ते सर्व दिशांनीं दूर जाऊं लागतात. परंतु जर त्यांतील उष्णता काढून घेतली तर प्रतिसारकशक्ति कमी होत जाऊन अणू परस्पर इतके निकट येतात कीं, पाणी घनरूप धारण करितें.

३९°फा. यापेक्षां कमी उष्णमान झाल्यावर द्रवरूपी पाणी प्रसरण पावतें, तेव्हां या स्थितींत अणू परस्पर जवळ येत असतां त्यांची कांहीं चमत्कारिक रचना होत असावी, असा संभव दिसतो. एकेक फूट अंतरावर प्रत्येक रांगेंत ४ असे ४ रांगांत १६ मनुष्य उभे राहिले, आणि त्याच मनुष्यांस पूर्वीच्याहून अधिक जवळ जवळ उभे केलें, झणजे मधील चार मनुष्यांस काढून समोवतालच्या ४ रांगांत घातलें, आणि सर्वांस

पूर्वपिक्षां कांहीं ज्यास्त जवळ जवळ (उदाहरणार्थ १० इंचांवर) उभें केलें, तर त्यांचा पोकळ चौक पूर्वपिक्षां ज्यास्त जागा व्यापितो. पाणी घनरूप धारण करितांना त्याच्या अणूंची विशेष प्रकारची रचना होते, हें बर्फाच्या स्फटिकरूप आकारावरून स्पष्ट होतें. थिजलेल्या दहिंवराच्या प्रत्येक स्फटिकाचा आकार, त्याच्या अणूस नियमित भूमितीच्या आकृतीची जी रचना प्राप्त होते, त्यामुळें आलेला असतो.

यास्तव पाणी हें भिन्न भिन्न अणूंचें बनलें आहे, अशी कल्पना करणें हें उपयोगी आहे. कारण पाण्याचे धर्म व्यक्त करण्यास कांहीं अंशीं तिचें सहाय्य होतें. आणि जेव्हां तुम्ही पदार्थविज्ञानशास्त्राचें अध्ययन कराल, आणि गतीचे नियम शिकाल, तेव्हां अवलोकन आणि प्रयोग यांनीं स्थापित झालेल्या असंख्य सत्य गोष्टी या कल्पनेनेंच व्यक्त करितां येतात, असें आढळेल. यास्तव जोंपर्यंत या कल्पनेशीं विसंगत किंवा विरुद्ध अशा गोष्टी आपणास आढळल्या नाहींत, तोंपर्यंत सृष्टीक्रमाचें स्वरूप मनांत आणण्यास या कल्पनेचा उपयोग करावा, व ती सत्य आहे, असें गृहीत घ्यावें हें प्रशस्त दिसतें.

४९. सर्व प्रकारचीं द्रव्यें बहुतकरून अणूंचीं किंवा परमाणूंचीं बनलीं आहेत.

पाणी हें भिन्न भिन्न कणांचें बनलें आहे, ही कल्पना गृहीत घेण्यास जीं कारणें वर दाखविलीं, त्याच कारणांवरून ती कल्पना द्रव्याच्या सर्व जातींस लागू करितां येईल.

उदाहरणार्थ पारा हा अति सूक्ष्म अशा भिन्न भिन्न कणांचा बनला आहे, असें मानतां येईल, आणि उष्णमानाप्रमाणें हे कण घनस्थितींत (थिजलेला पारा), द्रवस्थितींत (साधा पारा), किंवा वायुरूप स्थितींत (पाण्याची वाफ.) एकत्र राहतात.

शुद्ध पान्यावर कशाचेंही कार्य केलें तरी त्यापासून पान्याशिवाय दुसरें कांहीं प्राप्त होत नाहीं. पान्याच्या कणांचें कधीं पृथक्करण किंवा विभागीकरण करितां आलें नाहीं. झणून या कणांस साधारणपणें परमाणु किंवा अविभाज्य कण असें नांव देतात. आणि पारा हें एक मूलतत्त्व किंवा एकाकी पदार्थ आहे, झणजे तो कोणत्याही द्रव्यांच्या मिश्रणापासून बनलेला नाहीं, असें झणतात.

प्रत्यक्ष गोष्ट आणि कल्पना यांमधील भेद लक्षांत ठेवणें किती उपयोगी आहे, हें दाखविण्यास वरील प्रतिपादन चांगलें उदाहरण आहे. वास्तविक गोष्ट अशी आहे कीं, अद्यापर्यंत शुद्ध पान्यांतून शुद्ध पान्याशिवाय दुसरें कांहीं कोणास काढितां आलें नाहीं. तत्राप पारा हा एकाकी पदार्थ आहे, व त्याचें पृथक्करण करून त्यांतून दुसरे पदार्थ कधीं काढतां येणार नाहींत, असें झणणें ही एक कल्पना आहे, आणि पुढें अवलोकनापासून जें ज्ञान होईल व जे प्रयोग होतील, त्यांवरून ती कायम राहिल किंवा राहणार नाहीं.

सुमारें १५० वर्षांपूर्वी पान्याप्रमाणें पाणी हें एक मूलतत्त्व आहे, असें सर्वत्र मानीत होते; परंतु आतां पाणी हा संयुक्त पदार्थ आहे, असें सर्वास समजलें आहे. पूर्वी सांगितलेंच आहे कीं, पान्याच्या कणांचें पृथक्करण केलें (हें कसें करितां येतें, हें रसायनशास्त्र शिकल्यावर समजेल.) झणजे परस्पर अगदीं भिन्न असे आक्सिजन आणि हैद्रोजन हे दोन वायुरूपी पदार्थ मिळतात. हे पदार्थ साधारण उष्णमानावर वायुरूप असतात; परंतु अलीकडे अत्यंत शीतता व अत्यंत दाब या दोहोंच्या कार्यानें त्यांस द्रवरूप देण्यांत आलें आहे. आपल्या गृहित कल्पनेप्रमाणें या दोहांपैकीं प्रत्येक वायु सूक्ष्म

कणांचा बनला आहे, आणि या कणांचें माहीत असलेल्या कोणत्याही साधनानें आणखी विभागीकरण करितां येत नाहीं. ह्मणून या कणांसही पाण्याच्या कणांप्रमाणें परमाणु असें मानतात.

९ भार शुद्ध पाण्यांतून ८ भार आक्सिजन आणि १ भार हैद्रोजन प्राप्त होतात. ह्मणून पाण्याचा काल्पनिक कण किंवा अणु याच वजनाच्या आक्सिजन व हैद्रोजन यांच्या परमाणूंचा बनला असला पाहिजे. तसेंच पाण्याच्या प्रत्येक अणूंत आक्सिजनाचा एक परमाणु आणि हैद्रोजनाचे २ परमाणु असतात, असें मानण्यास रसायनवेत्त्यांस आधार मिळाले आहेत. असे असेल तर पाण्याची रचना किंवा घटना पूर्वी वाटली त्याहून जास्त बिकट असली पाहिजे, आणि पाण्याचा प्रत्येक कण ह्मणजे अणु तीन भिन्न भिन्न परमाणूंचा बनलेला असला पाहिजे.

५०. मूल पदार्थांचा नाश करितां येत नाहीं किंवा त्यांचें परिमाण सृष्टींत वाढवितां येत नाहीं.

एक घन इंच पाण्यास उष्णतेनें आटविलें तर त्याचा नाश न होतां त्याचें द्रवरूप जाऊन त्यास वायुरूप येतें, व त्याचें वजन मूळच्या इतकेंच राहतें, असें आपण वर पाहिलें. त्याच घन इंच पाण्याचें पृथक्करण करून आक्सिजन आणि हैद्रोजन हे वायु वेगळे काढिले तर पाण्याचा वास्तविक नाश होतो. परंतु ज्या द्रव्यांचें पाणी बनलें असतें, त्यांचें वजन मूळच्या इतकेंच राहतें. जर पाण्याचें वजन २५२ $\frac{१}{२}$ ग्रेन असलें तर आक्सिजन वायूचें वजन २२४.४५ ग्रेन, आणि हैद्रोजन वायूचें वजन २८.०५ ग्रेन भरेल. पाण्यावर मनुष्यानें जी कृति केली, त्यानें दोहों वायूंच्या मूळच्या वजनांत काहीं फेरफार झाला नाहीं. यावरून सर्वदां मूळ पदार्थांचें वजन कायम राहतें, आणि त्यांनीं कोणतेंही रूप धारण केलें तरी वजनाच्या योगानें त्यांचा धांग

आपणास लावितां येतो. हें जर खरें आहे तर त्यापासून असें अनुमान निघतें कीं, सृष्टिक्रमांत द्रव्य हें अविनाशी किंवा नित्य आहे. त्याचें परिमाण कमी किंवा ज्यास्त करितां येत नाहीं.

यावरून असें दिसतें कीं, स्वाभाविक किंवा अकृत्रिम आणि कृत्रिम वस्तूंचें एका गोष्टींत साम्य आहे. ज्या द्रव्याच्या त्या वनल्या आहेत, त्याचा नाश होत नाहीं, आणि त्यास वाढवितां-ही येत नाहीं. तसेंच ज्याप्रमाणें कृत्रिम वस्तूंमध्ये मनुष्याच्या कृतीनें सृष्टपदार्थांस एकत्र आणून त्यांची जोडाजोड करण्याचा क्रम चाललेला आहे त्याच प्रमाणें सृष्टींतही सृष्टशक्तीच्या साहाय्यानें सृष्ट पदार्थांस एकत्र आणून त्यांची जोडाजोड करण्याचा क्रम चालला आहे.

५१. साधें मिश्रण.

पाण्याचें पृथक्करण करून त्याचीं मूलतत्त्वे कशी काटावीं हें समजण्यास रसायनशास्त्रावरील पहिलें पुस्तक तुहांस शिकलें पाहिजे. परंतु तें शास्त्र शिकण्यास सहाय्य होण्याकरितां पृथक्करण आणि संयोगीकरण यांच्या कांहीं साध्या क्रिया पाण्यानें व्यक्त होतात, त्यांचा विचार करणें येथें उपयोगी होईल.

अच्छेर पाण्यांत घोडीशीं शाई घालून त्याम रंगविलें आणि तेंच रंगलेलें पाणी तेवढ्याच शुद्ध पाण्यांत मिसळलें तर दोहोंचें तत्काळ मिश्रण होईल, आणि सारें मिळून शेरभर पाणी होईल, आणि त्याचा वर्ण अच्छेर पाण्याच्या रंगाच्या निपट काळसर दिसेल. हें साध्या मिश्रणाचें उदाहरण झालें. ज्या दोन वस्तु मिसळल्या त्या दोहोंच्या आकाराच्या वेरजेबरोबरच मिश्रणाचा आकार आहे, आणि ज्या वस्तु मिसळल्या त्यांच्या धर्मांतही कांहीं फेरफार झाला नाहीं. याप्रमाणें जेव्हां पाण्याचें वाष्पमवन होतें, तेव्हां ही वायुरूपी पाणी किंवा वाफ अशीच

हवेंत मिसळते; आणि दोहोंचें सर्वत्र सारखें मिश्रण होईपर्यंत एकाचे कण दुसऱ्याच्या कणांत पसरतात. याच प्रमाणें वाळू आणि साखर यांसही मिसळतां येतें, व त्या दोहोंच्या धर्मांत कांहीं फेर पडत नाही. तसेंच दोहोंनीं जी पूर्वी जागा व्यापिली होती, तितकीच जागा त्यांचें मिश्रणही व्यापितें.

परंतु तेल आणि पाणी यांस एकत्र करून कितीही हालविलें तरी त्यांचें मिश्रण होत नाही, आणि तेल हलकें असल्यामुळें मिश्र द्रव संघ होतांच तेल पृष्ठभागीं वर चढतें. तसेंच पारा आणि पाणी मिसळत नाहींत, परंतु पारा पाण्याहून फार जड असल्यामुळें तो नेहमीं ज्या भांड्यांत दोहोंंस मिसळलें असेल, त्याच्या तळाशीं जोरानें जातो. तसेंच वाळू किंवा लोखंडाचा कीस हेही पाण्यांत मिसळत नाहींत, आणि हे पदार्थ जड असल्यामुळें तळीं जातात. तसेंच बर्फाची पूड ही जरी पाण्याचेंच दुसरें रूप आहे, तरी बर्फाइतक्या थंड पाण्यांत ती मिसळत नाहीं, आणि पाण्याहून हलकी असल्यामुळें पृष्ठभागीं येते.

५२. ज्या मिश्रणांत दारुर्ष्य वाढतें, अशीं मिश्रणें. आल्कोहोल आणि पाणी.

तीव्र मद्यार्क किंवा आल्कोहोल पाण्यासारखा स्वच्छ व पारदर्शक द्रव दिसतो. परंतु हा पदार्थ पाण्यापासून अगदीं भिन्न आहे. उदाहरणार्थ हा पाण्याहून कमी उष्णमानावर कढतो. हा जळतो, व त्याची ज्योत निळी असते. याच्या आंगी मादक धर्म आहेत, आणि तेलासारखा हाही पाण्याहून फार हलका आहे. झणून रंगविलेला मद्यार्क हळू पाण्यावर ओतला, तर तो पाण्यावरच राहतो. अतीतं असें समजूं कीं, ज्यावर सारखे १० छेद पाडलेले आहेत, असें पंचपात्रासारखें एक उभें माप आपण घेतलें, आणि त्यांत पहिले ५ भाग पाणी घा-

तलें आणि नंतर तीव्र आल्कोहोल कशानें तरी रंगवून माप १० व्या भागापर्यंत भरे इतका हळू मापांत ओतिला, तर मापांत खाली पांच भाग पाणी आणि वर पांच भाग रंगविलेला आल्कोहोल असेल. जेथें दोनही परस्पर संनिध आहेत, तेथें मात्र पाण्यांत थोड्या अंतरापर्यंत रंग पसरेल. परंतु फार खाली जाणार नाही. यावरून फक्त थोडेंसें मिश्रण होत आहे, असें दिसेल. आतां हे दोन द्रव परस्परांमध्ये लवकर मिसळत नाहीत, याचें कारण असें आहे कीं, त्यांचें मिश्रण होण्यास अनुकूल गोष्टी नाहीत. जर दोहों द्रवांस किंचित एकमेकांत ढबळलें कीं ते लागलेच मिसळतात, आणि सर्व द्रवाचा रंग आल्कोहोलाच्या निम्मा फिका दिसतो, व त्या मिश्र द्रवाचे बरेच धर्म शुद्ध आल्कोहोल आणि शुद्ध पाणी या दोहोंच्या मधोमध असतात.

रंगविलेलें पाणी शुद्ध पाण्यांत मिळविलें तेव्हां जसें साधें मिश्रण झालें, त्यासारखेंच या वेळींही साधें मिश्रण झालें, असें हा वेळपर्यंत दिसलें. परंतु वास्तविक तसें नसून याहून कांहीं जास्त फेरफार येथें झाले आहेत. (१) मिश्रण दोहों घटकांपेक्षां पुष्कळ गरम झालें आहे, क्षणजे उष्णता उत्पन्न झाली आहे. (२) हें मिश्रण थंड झाल्यावर त्याचा आकार पाहिला तर तें १० व्या भागापर्यंत न राहतां सुमारे $\frac{3}{4}$ भाग खाली उतरलेलें दिसेल. क्षणजे थंड झाल्यावर आतां मिश्रण $\frac{9}{10}$ भाग असेल. मूळच्या दोन घटकांच्या आकारांच्या वेरजेपेक्षां मिश्रणाचा आकार कमी आहे, क्षणून मिश्रणाचें दाढ्य पाणी व आल्कोहोल यांच्या दाढ्यांच्या मध्यम प्रमाणाहून जास्त असलें पाहिजे. याचा अर्थ असा कीं, दोन घटक भिन्न होते तेव्हां त्यांच्या अणुंनी जी जागा व्यापिली होती, तेवढीच जागा मिश्रणाचे अणु न व्यापितां

त्याहून कमी व्यापितात. जर १० मापांस संकुचित करून त्यांची ९३/४ मापे केली, तर जो परिणाम झाला असता, तो प्रस्तुत झाला आहे. मिश्रणांतून उष्णता काढून घेतली असता ज्याप्रमाणे ते आकुंचित झाले असते, तसा प्रकार येथे घडला आहे. आणि प्रत्यक्ष पाहतां मिश्रणांतून उष्णताही बाहेर पडली आहे.

दुसऱ्या एका गोष्टीत हें मिश्रण दोन्ही घटकांपासून मिन्न आहे. पाण्यापेक्षां पुष्कळ कमी आणि आल्कोहोलापेक्षां जास्त अशा उष्णमानावर हें मिश्रण कढतें, व थिजतें. शुद्ध आल्कोहोलास तर अद्याप थिजवितां आलें नाहीं. ओल्या वाळवेंत ज्याप्रमाणें पाणी पसरलेलें असतें, त्याप्रमाणें पाण्याच्या अणूंमध्ये आल्कोहोलाचे अणु केवळ पसरलेले असते, तर ज्या उष्णमानावर आल्कोहोल कढतो, त्याच उष्णमानावर आल्कोहोलाचे अणु वायुरूपांत गेले असते. आणि तसें झाले असतें तर आल्कोहोलाची वाफ थिजवून पाण्यापामून आल्कोहोलास अर्कवत ऊर्ध्वपातनानें (डिस्टिलेशनच्या रीतीनें) सहज वेगळें काढितां आलें असतें. परंतु तसें करितां येत नाहीं. भाजलेल्या चुनकळीप्रमाणें ज्याची पाण्याशी रसायनप्रीति पार बळकट आहे, असा एखादा पदार्थ मिश्रणांत मिळवून द्रव कढविला, तर मात्र चुनाकिंवा दुमरा पदार्थ सर्व पाण्यास वेगळें काढून मागें ठेवितो, आणि पाण्यापामून आल्कोहोल ऊर्ध्वपातनानें अर्कवत वेगळा होतो.

याप्रमाणें आल्कोहोल आणि पाणी यांस मिसळले असतां जो मिश्र द्रव बनतो, तो द्रव सार्धे मिश्रण नसून त्याचे धर्मही नवेच असतात. घटकांचे धर्म माहीत असले ह्मणजे साध्या मिश्रणाचे धर्म कळतात. प्रस्तुत मिश्रण हा अगदीं नवा पदार्थ आहे. पाणी आणि आल्कोहोल यांच्या अणूंचीं परस्परांवर कांहीं अंशीं कार्यें घडून त्यांच्या योगानें प्रत्येकाच्या मूळच्या धर्मांत फेरफार झाला आहे.

निरनिराळ्या पदार्थांचे परस्परांवर जे परिणाम घडतात, ते परिणाम कित्येक घनपदार्थांसनिघ पाणी आणिलें असतां या-
हून स्पष्ट अनुभवास येतात.

५३. द्रवण किंवा विच्छेदन, ह्मणजे पाण्यांत पदार्थ विद्रुत करून केलेला द्रव. पाण्यांत क्षार विद्रुत होतात.

पेलाभर थंड पाण्यांत चमचाभर मीठ टाकिलें आणि पाणी ढवळलें तर मीठ त्वरित दिसेनासं होतें, आणि कांहीं वेळानें आरंभां पाणी दिसत होतें तसेंच थेट मीठ मिसळलेलें पाणी दिसूं लागतें. परंतु पेऱ्यांतील पाण्याचें वजन प्रथम ५ औंस असलें, आणि मिठाचें २ औंस असलें तर मीठ मिसळलेल्या पाण्याचें वजन आतां ७ औंस भरेल; आणि पाण्यास आतां खारट रुचि लागेल. या रीतीनें पाण्यांत मीठ मिसळलें ह्मणजे तें पाण्यांत विद्रुत झालें असे ह्मणतात, आणि द्रवास मिठवणी हें नांव देतात. जर त्यांत आणखी मीठ घातले आणि तें न विरघळतां तसेंच राहिलें, ह्मणजे तो द्रव अगदी दाट किंवा परिष्कृत झाला आहे असें ह्मणतात. पाण्यांत त्याच्या वजनाच्या २ वजनाइतकें मीठ मात्र विद्रुत होतें, जास्त होत नाहीं. याप्रमाणें केलेलें मिठवणी उथळ वर्शांत घातलें, आणि त्यास आटूं दिलें, किंवा त्यास उष्णता लावून कढविलें आणि त्यांतील पाणी घालविलें, तर पाणी कमी होतांच जें पाणी वाफेच्या रूपानें गेलें, त्याच्या २ वजनाइतकें मीठ पुनः घनस्थितींत येऊन पेऱ्याच्या तळावर बसतें. सर्व पाणी आटून गेलें ह्मणजे जें मीठ मागे राहते त्याचें वजन आणि दुसरे सर्व धर्म, पाण्यांत विरघळविण्यापूर्वी जसे हेंति, तसेच असतात.

याप्रमाणें पाण्याच्या सांनिध्यानें मिठावर एक चमत्कारिक परिणाम घडला. मिठाच्या धर्मापैकीं एका धर्मांत ह्मणजे घ-

नरूपांत मात्र पाण्यानें फेरफार केला. परंतु बाकीचे मिठाचे सर्व धर्म तसेच राहिले. नुकतेंच वर सांगितलें कीं, बर्फाद-तक्या थंड पाण्यांत बर्फाचा चुरा न मिसळतां बर्फाचे कण तसेच पृष्ठभागीं घन राहतात. परंतु त्याचें उष्णमान चढवितांच, घनावस्थेचा जो विशेष प्रकार स्नेहाकर्षक शक्ति किंवा अणूस एकत्र धरण्याची जी शक्ति, तिचें कार्य नाहींसें होतें, आणि अणु एकमेकांपासून वेगळे होऊन चलन पावण्यास मोकळे होतात, व ते सभोवतालच्या पाण्यांत मिसळतात; किंवा आपणास असें झणतां येईल कीं, घनावस्थेंत बर्फाच्या अणूस ज्या बंधनांनीं एकत्र धरिलें होतें, तीं बंधनें सुटतात, किंवा विरघळतात, आणि घन पाणी किंवा बर्फ वितळून द्रवरूपांत जातें.

पाण्यांत मीठ विद्रुत होतें त्याचें या रीतीशी इतकें साम्य आहे कीं, साखरेचा किंवा मिठाचा खडा पाण्यांत वितळून गेला असें अनेकवेळां साधारण भाषेंत झणतात. परंतु जर मिठास उष्णतेनें वितळवूं लागलें तर त्यास पुष्कळ उच्च उष्णमान द्यावें लागतें. याकरितां थंड पाण्यांत विद्रुत करून मिठास घनरूपांतून द्रवरूपांत नेणें आणि उष्णतेनें त्यास वितळवून द्रवरूपांत नेणें या दोन्ही रीति फार भिन्न आहेत, हें उघड आहे. तथापि केवळ मिठाच्या स्थितीचाच विचार मनांत आणिला असतां दोहोंचा परिणाम एकच घडतो; विद्रुत झाल्यानें त्याच्या अणूंमधील स्नेहाकर्षण नाश पावतें, आणि त्याचे अणु पाण्याच्या अणूंमध्ये सर्वत्र सारखे मिसळतात. ज्याप्रमाणें हवेच्या अणूंमध्ये पाण्याच्या वाफेचे अणु सर्वत्र पसरतात, त्या सारखाच हा प्रकार घडतो. मिठाच्या द्रवाचा अगदीं बारीक थेंब घेतला तर त्यांत मिठाचें प्रमाण सान्या द्रवांतल्या मिठाच्या प्रमाणाइतकेंच असतें. हें कसें सिद्ध करावें हें तुझी रसायनशास्त्र शिकलां झणजे तुझास समजेल.

जर मिठवण्यास सावकाश आटू दिलें तर मिठाच्या अणूंमधील पाणी ज्याप्रमाणें कमी होत जातें, त्याप्रमाणें ते अणु अशा व्यवस्थित रीतीनें एकत्र होतात कीं, सुंदर आणि नियमित असे भरीव चौरसाकृति स्फटिक किंवा खडे बनतात. सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतील पदार्थ पाहण्याच्या भिंगावर मिठवण्याचा थेंब सावकाश वाळत असतां पाहिला तर तुहास हे स्फटिक कसे बनतात हें सहज दिसेल. मिठाच्या स्फटिकांत मिठाशिवाय दुसरें काहीं नसतें. आरक्तोष्ण होईपर्यंत त्यांस उष्ण केलें तर ते द्रवस्थितींत जातात, आणि आणखी जास्त उष्णता दिल्यानें द्रवरूपी मिठाची वाफ होते, व ती हवेंत उडून जाते.

याप्रमाणें मीठ आणि पाणी यांस एकत्र मिसळलें असतां ज्याप्रमाणें मिठामध्यें काहीं फेरफार होतो, त्याचप्रमाणें पाण्यांतही काहीं फेरफार घडतो. मिठवणी २१२° फा. उष्णमानावर कढत नाही, परंतु तें कढूं लागण्यास याहून उच्च उष्णमान लागतें. पूर्वीच्या उदाहरणांत पाण्यानें आल्कोहोलास वाफेच्या रूपांत जाऊं दिलें नाहीं, त्याचप्रमाणें या ठिकाणींही शुद्ध पाणी ज्या स्थितींत वायुरूपांत जातें, त्या स्थितींत वायुरूप धारण करण्यास मीठ प्रतिबंध करितें. शुद्ध पाण्याची वाफ होते तेव्हां पाण्याच्या अणूंस परस्पर दूर लोटण्यास जितका प्रतिबंध अतिक्रमण करावा लागतो, त्याहून पाण्यांत मीठ विरघळलें असतां जास्त प्रतिबंध अतिक्रमण करावा लागतो, असें झणतां येईल. ज्याप्रमाणें आल्कोहोल पाण्यांत मिसळला असला झणजे त्या पाण्याचें थिजण्याचें उष्णमान साध्या पाण्यापेक्षां कमी होतें, त्याचप्रमाणें मीठ मिसळलें असतांही थिजण्याचें उष्णमान कमी होतें. समुद्राचें पाणी हें पातळ मिठवणी आहे, आणि तें २७° फा. उष्णमानावर थिजतें. त्यापासून जें बर्फ बनतें, तें मात्र

अगदीं शुद्ध असतें, आणि चाकी राहिलेल्या समुद्राच्या पाण्यांत मिठाचें प्रमाण जास्त होतें.

ज्या शक्तीच्या आंगीं पदार्थांस वेगळें करण्याचा कल असतो त्या शक्तीस प्रतिबंध करणारी जी शक्ति, तिलाच आकर्षण असें आपण झटलें, तर या टिकाणीं मिठाचे अणु व पाण्याचे अणु एकमेकांस आकर्षण करितात, असें आपणास ह्मणतां येईल. भिन्नभिन्न जातींच्या द्रव्यांच्या अणूंमध्ये जें याप्रकारचें आकर्षण असतें, त्यास रसायनाकर्षण असें ह्मणतात.

५४. चुनकळी आणि पाणी; प्लास्टर आफ् पारिस आणि पाणी. रसायनसंयोग.

खडू किंवा चुनखडे यांस आरक्तोष्ण होईपर्यंत उष्ण केले ह्मणजे चुनकळ्या तयार होतात. चुनकळी शुद्ध असली ह्मणजे तिजमध्ये पांढरा व कठीण असा घन पदार्थ असतो. अति उच्च उष्णमानावर मात्र यास द्रवरूपांत किंवा वायुरूपांत नेतां येतें. एका वर्षांत ताज्या भाजलेल्या चुनकळ्या ठेवून त्यांवर त्यांच्या $\frac{1}{3}$ व जनाचें पाणी घातलें ह्मणजे जोरानें रसायनकार्य घडेल, उष्णता उत्पन्न होईल, पाणी नाहीसें होईल, आणि चुन्याची पांढरी पूड बनेल. या कृतीस चुनारी लोक चुना पिचविणें असें ह्मणतात. वर प्रमाण सांगितलें त्याहून जास्त पाणी मिसळलें नसलें तर दिसण्यांत सर्व पाणी नाहीसें होऊन जी शुद्ध पांढरी पूड बनेल, ती कोरडी व घन असेल.

मिठाचा द्रव करितांना घनपदार्थांस पाण्याच्या योगानें द्रवरूप आलें. परंतु चुना पिचवितांना द्रवरूपी पाणी घनपदार्थांच्या घटनेंत शिरलें. पिचविलेल्या चुन्याच्या कोरड्या पुडींत जर आणखी पाणी मिळविलें तर त्यांत हा घनपदार्थही मिठाप्रमाणें विरघळतो,

आणि द्रवरूप होतो, व या द्रवास चुनवणी किंवा चुन्याची निवळी असं झणतात. अशा केलेल्या द्रवांतून युक्तीने पाण्यास वाष्पभवनाने घालविलें तर मिठाप्रमाणेंच चुना स्फटिकरूप धारण करील. परंतु या दोहोंमध्ये अंतर असतें. मिठाच्या स्फटिकांत पाणी नसतें; परंतु चुन्याच्या स्फटिकांत पाणी असतें इतकेंच नाही, तर पिचलेल्या चुन्यांत जितकें होतें, तितकेंच स्फटिकांत असतें. झणजे ५६ भाग चुन्यांत १८ भाग पाणी या मानानें असतें.

या रीतीने संयोग पावलेलें पाणी या नव्या घनपदार्थांत चुन्याशी इतक्या दृढतर रीतीने बद्ध झालेलें असतें कीं, दोहोंस वेगळें करण्यास आरक्तोष्णमान द्यावें लागतें. अशा स्थितीत चुना पाण्याशी रसायनरीत्या संयोग पावला आहे, असें झणतात. पिचलेल्या चुन्यांत किंवा चुन्याच्या स्फटिकांत चुना आणि पाणी नेहमी सारख्या प्रमाणानें असतात. झणून चुना व पाणी हे नियमित प्रमाणानें संयोग पावले आहेत, असें समजतात, आणि पिचलेल्या चुन्यास चुन्याचा हैट्रेट हें रासायनिक विशेषणांव प्राप्त होतें.

जिप्सम किंवा ग्लास्टर आफ् पारीस याची कोरडी व पांढरी पूड असते. यांत थोडें पाणी मिमळलें असतां चुनकळी प्रमाणें ही पूड पिचत नाही. परंतु तें मिश्रण लवकरच घट्ट वसतें, किंवा कठीण होतें, आणि त्यांतील बरेंच पाणी निघून जातें. वास्तविक झटलें झणजे ग्लास्टर आफ् पारीस याशी पाणी संयोग पावून दुसऱ्या एका हैट्रेटाचा तें घटक बनतें, व त्यांतील फाजील पाणी निघून गेलें झणजे पाण्याचा अवशेष कांहीं दिसत नाही. ग्लास्टर आफ् पारीस याच्या आंगी हा भ्रम आहे, झणून चित्रें व नक्षीकाम करणारे सांचे घेण्यास व सांच्यांत ओतून त्यांच्या नकला घेण्यास याचा उपयोग करितात. ग्लास्टरचा पा-

तळ बलक करून तो ज्या पदार्थाची नकळ घेणें असेल त्यावर व त्या सभोंवतीं ओततात. पदार्थाच्या सर्व उंचसखल भागांवर हा लागतो, व पातळ असल्यामुळें कोनाकोपऱ्यांत शिरतो; आणि वाळून घट्ट झाला झणजे जो आकार त्यास मिळाला असेल, तो तसाच कायम राहतो. घट्ट झालेलें प्लास्टर आफ् पारीस अगदीं कोरडें असलें तरी त्यांत त्याच्या वजनाच्या $\frac{1}{6}$ पासून $\frac{1}{2}$ वजनाचें पाणी असतें, व तें त्यांत बद्ध झालेलें असून घन हैट्रेटाचा एक भाग असतें. कठीण झालेला जो प्लास्टर त्यास कडक आंच दिली तर संयुक्तावस्थेंत असलेलें पाणी निघून जाऊन प्लास्टर पुनः मूळच्या स्थितींत येतो.

सुंदर व पारदर्शक अशा स्फटिकांच्या रूपानें जिप्समचे दगड सृष्टींत विपुल सांपडतात. या स्फटिकांस इंग्रजींत सेलेनाइट असें झणतात. या स्फटिकांची घटना घट्ट झालेल्या प्लास्टरसारखी असते, झणजे ते हैट्रेट असतात. या स्फटिकाचा पातळ तुकडा सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या अति मोठ्या शक्तीनें पाहिला तरी तो सर्वत्र अगदीं सारख्या घटनेचा दिसतो. तथापि तो जिप्समचे अणु आणि पाण्याचे अणु या दोहोंचा बनलेला असतो, असं अनुमान करण्यास चांगला आधार आहे. या दोहों पदार्थांचे अणु इतक्या जोरानें संयोग पावलेले असतात कीं त्यांचा कठीण पण ठिसूळ असा कांचेसारखा घनपदार्थ बनतो. खुद्द हैट्रेटचे अणु कांहीं नियमित दिशांनीं जास्त जोरानें संयोग पावलेले असतात. या स्फटिकांस लंबोत्तर सहज वेगळें करितां येतें, व या वेळीं त्यांचे कपळे निघतात. परंतु यांस आडवें कापण्यास फार जोर लागतो, व या वेळीं त्यांचे कपळे न निघतां ते फुटतात.

मग्नीशियम धातूचा सल्फेट आणि सोडियम धातूचा सल्फेट या क्षारांसही घनरूपांत असतां पाण्यांत विद्रुत केलें, व ते द्रव

आटविले, झणजे ते क्षार स्फटिकरूपानें वेगळे होतात. चुना व जिप्सम यांसारखेच नियमित प्रमाणाच्या पाण्याशी हे संयोग पावून यांचे स्फटिकरूप संयुक्तपदार्थ बनतात. सारांश या दोहोंचे स्फटिक कांचेसारखे ठिसूळ घनपदार्थ असतात, आणि त्यांत त्यांच्या निम्मे वजनाचें पाणी असतें.

याप्रमाणें पाणी दुसऱ्या पदार्थाशीं संयोग पावून दोहोंपासून भिन्न असा एक नवा पदार्थ निर्माण होतो, असें आपणास समजलें. पदार्थ कसे संयोग पावतात, त्यांच्या संयोगापासून काय उत्पन्न होतें, आणि संयुक्त पदार्थांचें पृथक्करण करून त्यांचे घटक कसे वेगळे करितां येतात, इत्यादि गोष्टी रसायनशास्त्रांत सांगितल्या आहेत; आणि याकरितां तें शास्त्र आपणास शिकलें पाहिजे.

५५. खनिजपदार्थ नियमित आकृति धारण करितान व वाढतात, झणजे तसल्याच भागांची त्यांवर भर पडून ते आकारानें वाढतात.

हा वेळपर्यंत पाणी व जे दुसरे सृष्टपदार्थ सांगितले त्यांस खनिजपदार्थ असें झणतात. परंतु साधारणतः धातु व जे दुसरे खार्णीत सांपडणारे दगड त्यांसच मुख्यत्वेन खनिज हें विशेषण लावितात. वर अनेक वेळां असें सांगितलें कीं, विशेष स्थितीत पाणी व दुसरे खनिजपदार्थ नियमित आकृति धारण करितात. विलायतेत हिवाळ्यामध्ये खिडक्यांच्या भिगांवर झाडांचीं पानें व पालवी यां सारख्या बर्फाच्या लहान मोठ्या सुंदर आकृति पाहण्यांत येतात; हें बर्फाच्या स्फटिकाभवनाचें तिकडे अगदीं साधारण उदाहरण आहे. परंतु संधि मीठ, चुना, जिप्सम, सोडियम सल्फेट यास पाण्यात विद्रुत करून यांचे द्रव सावकाश आटविले असतां, द्रवांतून हे किंवा पाण्याशीं संयोग पावून झालेले नवे संयुक्त पदार्थ

जेव्हां वेगळे होतात, तेव्हां स्फटिकाकार धारण करितात. मग्नी-
शियम सल्फेटाच्या द्रवाचा किंवा सोऱ्याच्या द्रवाचा थेंब सूक्ष्म-
दर्शक यंत्राच्या पदार्थ पाहण्याच्या भिंगावर वाळू दिला झणजे परम
आश्चर्य वाटण्याजोगा चमत्कार दृष्टीस पडतो. क्षार घनस्थितीत
जात असतां दर्शन मर्यादित सुया व पत्रे यांच्या रूपानें स्फटिक
एकदम दिसतात. या स्फटिकांची अशा सुंदर रीतीनें रचना झालेली
असते कीं, ती थिजलेल्या दहिंवरापेशांही सुंदर दिसते. परंतु
थिजलेल्या दहिंवराहून हे स्फटिक अगदीं भिन्न आकाराचे असतात.
सारांश जर तुम्ही स्फटिकलेखनाचें किंवा स्फटिक-
शास्त्राचें अध्ययन कराल, तर तुहांस समजेल कीं, स्फटिकरूप
धारण करणाऱ्या प्रत्येक पदार्थाच्या स्फटिकांचा आकार नियमित
असतो, व तो आकार नियमित अशा भूमितीच्या आकृतींहून
कधीं भिन्न नसतो. या पदार्थांपैकी कोणाचाही स्फटिक अनुकूल
अशा स्थितीत असल्यास आकारानें वाढतो. उदाहरणार्थ मि
ठाच्या परिष्कृत द्रवांत मिटाचा खडा सुतास बांधून लोंबत ठे
विला आणि तो द्रव उघड्या हवेंत ठेवून सावकाश आटूं दिला,
तर पाणी आटल्यावर जे मिटाचे अणु द्रवस्थितीत राहूं शकत
नाहींत, ते नियमित क्रमानें मिटाच्या स्फटिकावर जमतात,
आणि त्याची आकृति न बदलतां त्याचा आकार वाढवितात.
या रीतीनें लहान स्फटिक मोठ्या आकाराचे होऊं शकतात.
साखरेचा दाट द्रव आटत असतां त्यांत जीं सुतें लोंबत सोडलेलीं
असतात, त्यांवरही याच रीतीनें द्रवांतून खडेसाखरेचे मोठे खडे
वेगळे होऊन जमतात. हे खडेही पाणी व साखर यांचे बनलेले
असतात. मूळ पदार्थावर बाहेरूनच दुसरे अणु बसून त्याचा
आकार या रीतीनें वाढतो; आणि जें द्रव्य नवीन बेतें (उदाहर-

णार्थ मीठ किंवा साखर) तें आरंभां मिठवण्यांत किंवा सरबतांत मीठ किंवा साखर याच रूपानें असतें.

(ब) सजीव पदार्थ.

५६. गव्हाचा रोप आणि त्याचे घटक पदार्थ.

धान्याचें शेत प्रत्येकाच्या पाहण्यांत असतें. मुगीवर कापणीच्या वेळीं गव्हांच्या शेतांत जे गव्हांचे असंख्य रोप उगवलेले असतात, त्यांपैकीं एक रोप उपटून पाहिला, तर त्यास एक देंट असून त्याच्या एका टोंकास मूळ असतें, दुसऱ्या टोंकास कणीस झणजे ओंबी असते, आणि देंटाच्या बाजूस पानें किंवा पात्या असतात, असें पाहण्यांत येईल. कणमाम बदामी घांटाचे धान्याचे अनेक दाणे असतात, व त्यांसच गव्हाच्या रोपाचें बीं असें झणतात. ज्या टरपलांत किंवा कोंड्यांत बीं गुरपटलेले असतें, त्यापासून त्यास वेगळें काढून जात्यांत घालून दळतात, आणि त्या पिटाच्या चपत्या करितात. मूठभर पीठ घेऊन तें थंड पाण्यानें मिजवावें, आणि स्वादीच्या रुमाळांत मोटली वांधून दुसऱ्या मोठ्या भांड्यांतील पाण्यांत वडवून हातानें तिला कुवळावें किंवा कुसकरावें, झणजे मोटलीतील पीठ चिकट होईल, आणि पाणी पांढरें होईल. हे पांढरें पाणी दुसऱ्या भांड्यांत आंतावें आणि पहिल्या भांड्यांत नवें ताजें पाणी घेऊन मोटलीतील पीठ कुसकरण्याची क्रिया पूर्ववत् चालविली तर पूर्वाप्रमाणेच पुनः पीठ चिकट होऊन पाणी पांढरें होईल. याप्रमाणें वरचेवर करित गेलें तर पीठ अधिकाधिक चिकट होत जाईल, आणि पाणी कमी कमी पांढरें होत जाऊन शेवटीं अगदीं निवळ आणि रंगहीन असें राहील. याप्रमाणें कृति केल्यावर फडक्यांत जो चि-

कट गोळा मागें राहतो, त्यास इंग्रजीत ग्लुटेन असें झणतात, आणि दुकानदार त्यास माकारोनी असें झणतात.

पीठ धुऊन पांढरें झालेलें पाणी तसेंच कांहीं तास राहूं दिलें झणजे भांड्याच्या तळावर पांढरा थर जमेल, आणि वरील पाणी निवळ शंख होईल. हें पाणी ओतून टाकिलें तर जो पांढरा सांका तळीं असतो, त्यास इंग्रजीत स्टार्च झणतात. यास मराठीत पिष्ट किंवा सत्व असें नांव देतां येईल. हें स्टार्च फार सूक्ष्म अशा कणांचें बनलेलें असतें, आणि यांतील प्रत्येक कण सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें पाहिला तर एकाहून एक लहान अशा वर्तुळाकार पण्यांचा तो बनला आहे, व त्या सर्वांचा एकच मध्य आहे, असें दिसेल. ज्या पाण्यांतून हें सत्व तळीं बसतें, तें पाणी कढविलें तर तें गढूळ होईल. भांड्यांतला पांढरा बील पाण्यांत कालवून तें पाणी कढविलें असतां जसें पाणी गढूळ दिसतें, त्यासारखें थेट वरील पाणी दिसूं लागतें, आणि शेवटीं एक पांढुरका पदार्थ भांड्याच्या तळीं जमतो. यास उद्भिज्ज पदार्थातील आल्ब्युमन किंवा उद्भिज्ज आल्ब्युमन असें इंग्रजीत झणतात.

अल्ब्युमन, ग्लुटेन आणि स्टार्च (सत्व) या तीन पदार्थांशिवाय आणखी दुसरे पदार्थ गव्हाच्या दाण्यांत असतात. परंतु वरच्या स्थूल पृथक्करणानें त्यांविषयीं आपणास कांहीं कळूं शकत नाही. गव्हाच्या दाण्यांत कांहीं काष्ठमय द्रव्य किंवा काष्ठतंतू (यास इंग्रजीत सेल्युलोस झणतात), कांहीं शर्करा आणि कांहीं चर्बी हे पदार्थ असतात. गव्हाच्या रोपाची काडी, पाती, व मुळ्या, यांवरही वरच्या प्रमाणें कृति केली तर त्यांतूनही अल्ब्युमन, स्टार्च, शर्करा, व चर्बी आणि काष्ठतंतु हे पदार्थ प्राप्त होतील. परंतु त्यांत काष्ठमय द्रव्याचें किंवा काष्ठतंतूचें प्रमाण जास्त असेल. गव्हाची काड ही बहुतेक काष्ठ-

तंतूची वनलेली असते. याखेरीज तिजमध्ये खनिजपदार्थांचा कांहीं अंश असतो. त्यांपैकी एक पदार्थ शुद्ध गार किंवा सिलिका हा असतो. जर तुही कधी गव्हाच्या काडीचे उडवे जळलेले पाहिले, तर त्याच्या राखेत कांचेसारखा जास्त कमी मिलिकेचा अंश आढळेल. जिवंत रोप्यांत हे सर्व पदार्थ बऱ्याच पाण्याशी संयुक्त झालेले किंवा त्यांत विद्रुत झालेले किंवा पसरलेले असे असतात. गव्हाच्या दाण्यापेक्षा त्याच्या काडींत पाण्याचे प्रमाण फार असते.

५७. कोंबडे व त्याची घटक द्रव्ये.

प्रत्येकाने कोंबडे पाहिले असेल. हा प्राणी चपल असतो, आणि इकडून तिकडे फिरतो, व कधी कधी उडतो. याच्या आंगावर पिमं असतात. याम दोन पंख असतात, व दोन पाय असतात. याच्या एका शेवट्यास लांब मान असून तिच्या टोकाम डोकें असते, व त्या चाली चौच असून तिच्या दोहों भागांमध्ये तोंड असते. कोंबडी आंडी घालते. आंब्यावरचे कवच कठीण असून आंड पांडले तर त्यांतील द्रव्य वाहते; ते द्रव्य एक रगडीन पांढरा पदार्थ व एक पिवळा पदार्थ या दोहोचे वनलेले असते. पांढरा पदार्थ गोळा करून पाण्यांत कढाविला तर तो लवळवीत होऊन त्याचा पांढरा घन गोळा बनतो. हा उद्भिज्ज अल्प्युमनामारग्या असतो, व यास प्राणिज अल्प्युमन क्षणतात.

पिवळा बाल पाण्यांत घालून चेंचला किंवा कुमकरला तर त्यांतून पिष्ट(स्टार्च) किंवा काष्ठमय द्रव्यें प्राप्त होते नाहींत. परंतु त्यामध्ये चर्बीयुक्त व शर्करायुक्त अशीं द्रव्ये विपुल असून शिवाय अल्प्युमन आणि ग्लुटन यांसारखीही कांहीं द्रव्ये असतात.

कोंबड्याची पिमं मुख्यत्वे शिगामारख्या एका घट्ट पदार्थाची

बनलेलीं असतात. पिसें काढून बाकी शरीर बराच वेळ पाण्यांत कढविलें, तर पाण्यांत कांहीं जिलेटिन जमेल व तें थंड झालें ह्मणजे त्याची नरम अशी वडी बनेल; आणि शरीराचे तुकडे तुकडे होऊन त्यांतील हाडें व मांस परस्परांपासून वेगळीं होतील. हाडांत मुख्यत्वे असा एक पदार्थ असतो कीं, त्यास पाण्यांत कढविलें ह्मणजे त्यांतून जिलेटिन निघतें. ज्याप्रमाणें गव्हाच्या रोप्याच्या काष्ठान्त सिलिका मिसळलेली असते, त्याप्रमाणें हाडांत या पदार्थाशीं मिसळलेला असा चुन्याच्या क्षारांचा फार अंश असतो. मांसांत अल्ब्युमन असून आणखी अल्ब्युमनासारखे दुसरे कांहीं पदार्थ असतात, त्यांस इंप्रजिन फॅब्रिन आणि सिंटोनिन ह्मणतात.

कोणत्याही जिवंत पक्ष्याच्या शरीरांत हे पदार्थ पुष्कळ पाण्याशीं संयुक्त झालेले किंवा त्यांत विद्रुत झालेले किंवा पसरलेले असतात. पक्ष्याच्या शरीरांत व त्याच्या आंड्यांत दुसरे कित्येक घटक पदार्थ असतात; परंतु ते प्रस्तुतच्या विवेचनास फार महत्त्वाचं नसल्यामुळे मांगितले नाहींत, हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे.

५८. गव्हाचा रोपा आणि पक्षी यांचे कित्येक घटक सारखे आहेत.

गव्हाच्या रोप्यामध्ये शिग आणि जिलेटिन हे पदार्थ नसतात, आणि पक्ष्यामध्ये काष्ठंतु आणि रिष्ट(स्टार्च) हे पदार्थ नसतात. परंतु वनस्पतींमधील अल्ब्युमन प्राण्यांमधील अल्ब्युमनासारखेंच बहुतेक असतें, आणि प्राण्यांमधील फॅब्रिन आणि सिंटोनिन हे पदार्थ वनस्पतींमधील अल्ब्युमन आणि ग्लुटन यांसारखे फार आहेत.

यांपैकी कोणत्याही पदार्थास सडकून उष्ण केलें किंवा त्यांस कुजू दिलें तर त्या सर्वांपासून एकाच ज्ञातीचा दुर्गंध सुटतो. यावरून या सर्व पदार्थांमध्ये कांहीं निकट साम्य आहे,

हैं उघड आहे. यांचें फार जपून पृथक्करण करण्यांत आलें आहे; त्यावरून कार्बोन, हैद्रोजन, आक्सिजन आणि नैत्रोजन हीं मूलतत्वे बहुतेक सारख्या प्रमाणांनीं संयोग पावून हे सर्व पदार्थ बनले आहेत, असें समजलें आहे. मूठभर धान्य किंवा पक्ष्याच्या मांसाचा तुकडा एका बंद भांड्यांत घालून हवेचा संपर्क होऊं न देतां त्यास कडक आंच दिली, तर त्याचा कोळसा होतो, आणि कोळसा हा कार्बोनाचाच एक अशुद्ध प्रकार आहे. उष्णता देण्याची क्रिया ज्या भांड्यांत करावयाची, त्यास एक वाहक नळी लावून तिजमधून निघणारी वाफ थंड ग्राहकांत धरून थिजविली, तर पाणी आणि आमोनिया हे पदार्थ कोणत्या तरी रूपानें ग्राहकांत जमतील. आतां आमोनिया हा पदार्थ नैत्रोजन आणि हैद्रोजन या मूलपदार्थांचा संयुक्तपदार्थ आहे. हाणून ज्या पदार्थापासून आमोनिया निघाला त्यांत नैत्रोजन आणि हैद्रोजन हे पदार्थ असले पाहिजेत हें स्पष्ट आहे. (क. ५०)

या जातीचे नैत्रोजनाचे संयुक्त पदार्थ गव्हाचा रोपा व पक्षी यांमध्ये फार प्रमाणांनें असतात, यांत संशय नाहीं. यांस इं प्रजात प्रोटीड हें पारिभाषिक नांव देतात.

५९. प्रोटीड पदार्थ सृष्टींत प्राणी व वनस्पति यांमध्ये मात्र आढळतात; आणि प्राणी व वनस्पति यांमध्ये हे पदार्थ नेहमीं असतात.

अल्ब्युमन, ग्लुटन, फैब्रिन, आणि सिटोनिन हे व यांसारखे पदार्थ प्राणी व वनस्पति यांपासूनच तेवढे प्राप्त होतात इतकंच नाहीं, तर प्राणी व वनस्पति जिवंत असतां सर्वदां प्रत्येकामध्ये यांपैकीं एक

१ बंद भांड्यांत आंच दिल्यानें ते हवेतून आक्सिजनाशीं संयोग पावत नाहींत म्हणजे जळत नाहींत.

किंवा अधिक पदार्थ नेहमीं असतात. सजीव पदार्थांच्या घटनेंत दुसरे अनेक प्रकारचे भेद असतात. परंतु वरील गोष्टींत त्यांमध्ये नेहमीं सादृश्य असते. जसें कित्येक झाडांमध्ये स्टार्च नसते, व काष्ठमय द्रव्यही नसते, परंतु कित्येक प्राण्यांत हे पदार्थ असतात. तसेंच पुष्कळ प्राण्यांत शिगाचें द्रव्य मुळींच नसते, व जिलेटिन देणारा पदार्थही नसतो. यास्तव प्राणी व वनस्पति या दोहोंचें अवश्य व पायाभूत अटक द्रव्य प्रोटिड हेंच दिसते, व हें त्यांमध्ये नेहमीं पाण्याशीं संयुक्त झालेलें असते. तथापि या द्रव्याशीं चरबी, स्टार्च आणि शर्करा हे पदार्थ जास्त कमी संयोग पावलेले असतात, असाही संभव आहे. तसेंच कांहीं खनिज पदार्थांचेही सूक्ष्म अंश त्यांमध्ये असतात. त्यांत फास्फोरस, लोखंड, चुना आणि पोश्यांश हे मुख्य होत.

यास्तव प्राणी + प्रोटिड + चरबी + स्टार्च + शर्करा + खनिज द्रव्य या घटनेचा एक पदार्थ सर्व प्राणी व वनस्पति यांमध्ये असतो, आणि हे सजीव असतां या पदार्थांस प्रोटो-प्लाझम हें नांव देतात.

६०. सजीव या शब्दाचा अर्थ काय ?

शेतांत गव्हाचा रोपा उभा असल्या ह्मणजे तो जिवंत आहे, असे आपण ह्मणतो, व कांबडा इकडे तिकडे फिरत असल्या ह्मणजेही त्यास जिवंत प्राणी ह्मणतो. गव्हाचा रोपा जमिनीतून उपटला किंवा कांबड्याची मुंडी वापिली ह्मणजे ते दोन्ही लागलेच मरतात, आणि त्या मृत वस्तु होतात. परंतु ज्या मूलतत्वांचे खनिज पदार्थ बनले आहेत, त्याच तत्वांचे कांबडा व गव्हाचा रोपा हे पदार्थ बनले आहेत. मात्र यांत जे त्यांचे संयुक्त पदार्थ असतात, ते मात्र खनिजकाठीत नसतात, इतकाच कायतो भेद असतो. तर मग त्याच द्रव्यांनी गव्हाचा रोपा

किंवा कोंबडें हीं रूपें धारण केलीं ह्मणजेच त्यांम सजीव पदार्थ असें कां ह्मणावें ?

६१. ज्या पदार्थांचें जिवंत झाड बनलें आहे तसले पदार्थ आणखी त्यास मिळाल्यानें त्याचा आकार वाढतो; परंतु हे पदार्थ बाहेरून आयते न मिळतां साध्या द्रव्यांपासून झाडांतच नवीन बनतात.

पेरणी झाल्यावर कांहीं दिवसांनीं लहान हिरवीं रोपें उगवतात; तीं रोपें अधिकाधिक उंच वाढत जाऊन शेवटीं आरंभीं होतील त्याच्या किल्येकपटीनें मोटा होतात. नंतर तीं फुलतात, आणि अग्वेरीस त्यांम कणभें येतात.

ही जी वाढण्याची क्रिया चालते, तीत आरंभीं नियमित आकार असून तो पुढें मोटा झाल्या आहे; ह्मणून या वाढीची मिठवण्यांत टाकलेल्या मिटाच्या खड्याच्या वाढीशी तुलना करितां येईल. परंतु सूक्ष्म रीतीनें पाहिलें असतां रोप्याची वाढ स्फटिकाच्या वाढीपामून फार भिन्न आहे. कारण मिटाच्या स्फटिकावर बाहेरून मिठवण्यामधील मीठ वसून तो वाढतो. परंतु रोप्यास, अंतर्भागां द्रव्यें मिळालीं ह्मणजे तो वाढतो. जमीन पाणी व हवा या निर्हांपामून रोप्याम पांपक द्रव्यें मिळतात. परंतु रोप्याच्या घटनेंत अल्बुमिन, स्टुटन, स्टार्च, चर्बी आणि काष्ठंतु हे जे विशेष सयुक्त पदार्थ असतात, त्यांचा यत्किंचित् अंशही जमिनीमध्ये, पाण्यामध्ये, किंवा हवेमध्ये नसतो.

तथापि रोपा कांहीं नवीन वस्तु निर्माण करीत (कलम ५०) नाहीं. ह्मणून त्यामध्ये प्रोटीड, स्टार्च, शर्करा, चर्बी इत्यादि जे पदार्थ असतात, त्यांची घटक द्रव्यें त्यास मिळालीं पाहिजेत. तीं मिळाल्यावर रोप्याच्या अंतर्भागां त्यांचे नव्या रीतीनें संयोग वियोग होऊन मात्र हे पदार्थ बनतात.

रोप्यामध्ये जे नवे पदार्थ उत्पन्न होतात, त्यांची मूळ द्रव्ये काय असतात, हें आपणास साधारण रीतीनें सहज पाहतां येईल. कारण जमीन आणि हवा यांपासून जीं द्रव्ये मिळतात, त्यांशिवाय दुसरीं कांहीं द्रव्ये रोप्यास मिळत नाहींत. हवेंत आक्सिजन, नैत्रोजन, थोडा कार्बानिक आसिड वायु, सूक्ष्म प्रमाणानें आमोनियाचे क्षार, आणि पाणी हे पदार्थ असतात. जमिनींत चिकणमाती, वाळू, चुना, लोखंड, पोट्याश, फास्फरस, गंधक, आमोनियाचे क्षार आणि दुसरीं कांहीं यांहूनही कमी महत्त्वाचीं द्रव्ये असतात. यावरून रोप्यामध्ये जे मूल पदार्थ आपणास आढळतात, ते सर्व हवा व जमीन यांमध्ये असतात. परंतु रोप्यास यांचें पृथक्करण करून नव्या रीतीनें संयोग करावे लागतात. याशिवाय आणखी एक विशेष गोष्ट अशी असते कीं, जीं नवीं द्रव्ये मिळाल्यानें रोपा वाढतो, तीं द्रव्ये त्याच्या बाह्य पृष्ठभागावर न लागतां त्याच्या अंतर्भागीं बनतात, आणि जुन्या अणूंमध्ये नवे अणु पसरतात.

६२. जिवंत रोपा मोठा झाल्यावर त्याम बीं येतें व त्या वियामध्ये तसलेंच झाड उत्पन्न करण्याची शक्ति असते.

गव्हाचा दाणा हा गव्हाच्या रोप्याच्या फुलाचा एक भाग असतो. हा भाग जून झाल्या झणजे त्यापासून बीं सहज वेगळें होतें. वियामध्ये सूक्ष्मरोपा असतो, आणि बीं पेरलें झणजे तोच रोपा हळू हळू वाढून पूर्णदरोस येतो, आणि त्यास तेव्हां देंट, मुळ्या, पानें आणि फुलें असतात, आणि या फुलांपासून तसलेंच बीं निर्माण होतें. याप्रमाणें कोणत्याही खनिज पदार्थांत आकार व आकृति यांचे फेरफार नियमित क्रमानें कधी घडत नाहींत, व ज्यामध्ये असे फेरफार होतील, असा त्याचा अंशही वेगळा होत नाहीं. खनिज पदार्थ असे वाढत ना-

हींत, त्यांस बीं किंवा अंकुर येत नाही, आणि त्यांजपासून त्याच जातीचे पदार्थ पुनः उत्पन्न होत नाहीत.

६३. सर्जाव प्राण्यांचें शरीर ज्या पदार्थांचें बनलें आहे, तसले पदार्थ त्यास मिळून तें आकारानें मोठें होतें; परंतु हे पदार्थ मुख्यत्वेन बनसति व दुसरे प्राणी यांपासूनच साक्षान् मिळतात.

कोंबडा परड्यांत इकडे तिकडे चोंची मारीत फिरत असतां केव्हां दाणा गिळतो, आणि केव्हां एग्यादी माशी किंवा किडा खातो. याप्रमाणें तो आपले पोट भरित असतो. जर त्यास अन्न मिळालें नाही तर तो लवकरच मरेल, हे सर्वास माहीत आहे. एग्याद्या शेताच्या जमिनींत कोंबड्यास सेडिलें, व तेथे त्यास पाणी व हवा ग्राह्याम विपुल मिळाली तरी त्यापासून फारसा उपयोग होत नाही, हीही गोष्ट सर्वास माहीत आहे. या गोष्टींत कोंबडा दुसऱ्या प्राण्यांसारग्याच आहे. त्यास आपल्या शरीरांतील प्रोटीड द्रव्यें बनवितां येत नाहीत; परंतु दुसरे प्राणी किंवा वनस्पति यांस गिळून ही द्रव्यें त्यास आयती मिळवार्वी लागतात; किंवा ज्यांत फार थोडा फेरफार करावा लागेल अशा स्थितींत तरी त्यास ती मिळवार्वी लागतात. जीं प्राणिज किंवा उद्भिज्ज द्रव्यें तो गिळतो, तीं प्राण्याच्या पोटांत जातात. तीं तेथे जिरतात, किंवा विद्रुत होतात, आणि तेथून कोंबड्याच्या शरीराच्या सर्व भागी पसरतात, आणि नेणेंकरून त्याचा जीव जगतो, व तो वाढतो.

६४. जिवंत प्राणी वाढला क्षणजे तो भावल्यांनील कांहीं पदार्थ वेगळें टाकितो, किंवा आंहीं घालतो, आणि त्यापासूनच स्वजातीय प्राणी उत्पन्न होतात.

कोंबडीच्या शरीरांत आंढें बनतें, आणि तें आंढें तिच्या

झरीराचाच एक भाग असून ते एका कठिण कवचांत घातलेले असं बाहेर पडते. त्यामध्ये कोंबड्याच्या आकृतीचें बीज असतें. त्यावर कोंबडीस वसवून किंवा दुसऱ्या रीतीने योग्य ऊब देऊन त्यास सुमारे ३ आठवडे ठेविलें ह्मणजे त्यातील पांढरा बीज व पिंजळा मगज हीं द्रव्ये रूपांतर पावून आंब्यांतील बीज वाढतें व त्याचें छोटें पिल्लू होतें, आणि त्यासही ऊब दिली ह्मणजे त्याचें कोंबडें होतें. ह्मणून ज्या रीतीने रोपा अकुरापासून वाढतो, त्याच रीतीने छोटा अंकूर वाढून व पक्क होऊन प्राणी उत्पन्न होतो. या गोष्टींत सर्व प्राणी व वनस्पति यांचें साम्य आहे. आणि या दोहोंची वाढ खनिजपदार्थांच्या वाढीपासून अगदी भिन्न आहे.

६५. मुख्य घटना, वाढ, आणि बीजापासून उत्पत्ति, या तीन गोष्टींत सजीव पदार्थ खनिज पदार्थांपासून भिन्न आहेत.

याप्रमाणें खनिजपदार्थ आणि सजीव पदार्थ या दोहोंमध्ये फार मोठा भेद आहे. सजीव पदार्थांची व खनिज पदार्थांची मूलतत्वे एकच आहेत, आणि द्रव्य व गति यांचे मुख्य नियम दोहोंसही सारखे लागू आहेत. परंतु प्रत्येक सजीव पदार्थ ह्मणजे एक मोठें त्रिकट यंत्र आहे, व तें यंत्र विशेष अवस्थेत मात्र चालतें, किंवा जिवंत राहतें. कोंबड्याच्या आंब्यांत जें बीज असतें, त्यापासून पिल्लाचें शरीर बनविण्यास नियमित उष्णमानाची ऊब मात्र द्यावी लागते. पाण्यास थिजण्याच्या विंदूपर्यंत थंड केलें ह्मणजे पाण्याच्या अणूपासून नियमित स्फटिक बनतात. ही क्रिया जितकी गूढ व विलक्षण आहे तितक्याच मानानें बीजापासून झाड उत्पन्न होणें, किंवा आंब्यांत पिल्लू बनून बाहेर पडणें याही क्रिया गूढ व आश्चर्यकारक आहेत.

सजीव पदार्थाविपर्या जास्त माहिती करून घेणें झाल्यास जीवशास्त्राचें अध्ययन केलें पाहिजे. या शास्त्राचे दोन मोठे विभाग आहेत:—(१) वनस्पतिशास्त्र; यांत वनस्पतींविपर्या विवेचन असतें; आणि (२) प्राणिशास्त्र; यांत प्राण्यांविपर्या विवेचन केलेलें असतें.

या विभागांपैकी प्रत्येकाचे आणखी पोटविभाग आहेत:—
(१) आकारशास्त्र, यांत सजीव पदार्थांचे आकार, रचना आणि वाढ यांविपर्या विवेचन असतें; आणि (२) इंद्रिय-विज्ञानशास्त्र, यांत इंद्रियांच्या क्रिया व कार्ये कशी चालतात, याविपर्या विवेचन असतें.

(३) अमूर्त किंवा अदेही पदार्थ.

६६. मानसिक क्रिया.

सर्व द्रव्यमय पदार्थ निजीव क्षणजे खनिज किंवा सजीव असतात. जी प्रत्येक वस्तु कांही जागा व्यापिते, कांही प्रतिबंध करिते, गुरुत्वविशिष्ट असते, किंवा दुसऱ्यास गति देते, ती सृष्टीच्या या दोन मोठ्या विभागांपैकी कोणत्या तरी एका विभागांतिल असते. ज्योतिषशास्त्र, खनिजशास्त्र, पदार्थविज्ञानशास्त्र आणि रसायनशास्त्र यांमध्ये निजीव पदार्थाविपर्या निरूपण केलेलें असतें, आणि जीवशास्त्र किंवा त्याचे दोन विभाग प्राणिशास्त्र आणि वनस्पतिशास्त्र यांमध्ये सजीव पदार्थाविपर्या निरूपण केलेलें असतें. या यादंत सर्व सृष्टिज्ञानाचा समावेश होत नाही. या छोट्या पुस्तकाच्या अगदी पहिल्याच कळमांत जड वस्तु किंवा द्रव्यमय पदार्थ आणि इंद्रियज्ञान या दोहोंमध्ये भेद करावा लागला. क्षणभर विचार केला असता इंद्रियज्ञान हा द्रव्यमय पदार्थ नाही अशी खात्री होईल. वास कांही

जागा व्यापीत नाही, व त्यास वजन नाही. शैरभर किंवा एक घनफूट ध्वनि किंवा प्रकाश असें ह्मणणें ह्मणजे सकृद्दर्शनांच वेडेपणा दिसतो. सुख क्षणिक आहे, असें अलंकारिक भाषेंत ह्मणतात, परंतु सुख ही गतिविशिष्ट वस्तु आहे, अशी कल्पना करितां येणार नाही.

ज्यांस आपण मनोविकार ह्मणतां त्यांच्या आंगींही याप्रमाणे द्रव्यमय पदार्थांचीं कोणतींही लक्षणें नाहीत. उदाहरणार्थ प्रीति आणि द्वेष यांस आकार आहे, वजन आहे, किंवा चालकत्व आहे, अशी कल्पना सुद्धां क्षणभर मनांत आणवत नाही. आणि जेव्हां आपण विचार करितां, तेव्हां आपल्या विचारांतही द्रव्यमय पदार्थांचा अभाव असतो.

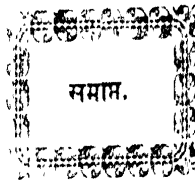
यास्तव इंद्रियज्ञान, मनोविकार आणि विचार या सृष्टक्रियांचा एक निराळाच वर्ग कल्पला पाहिजे. या क्रियांस मानसिकक्रिया हे नांव देतात.

६७. मानसिक क्रियांचा क्रम. चिच्छास्त्र.

द्रव्यविशिष्ट पदार्थांच्या क्रियांमध्ये जसा नियमित क्रम आढळतो, त्याचप्रमाणे मानसिकक्रियांमध्येही आढळतो. पहिल्यामध्ये जसा अवचित किंवा आकस्मिक किंवा कारणरहित गोष्टी नसतात, त्याचप्रमाणे मानसिकक्रियांमध्येही नसतात. द्रव्यविशिष्ट क्रियांमध्ये जसा कांहीं कार्यकारणभाव असतो, तसा मानसिकक्रियांमध्येही असतो. उदाहरणार्थ आपल्या इंद्रियांवर कांही विशेष द्रव्यविशिष्ट पदार्थांची कार्ये घडल्यानेच नेहमी इंद्रियांस विशेष प्रकारचे ज्ञान होतें. सूर्य टोंचली असतां दुखतें, पिसें मऊ लागतात, खडू पांढरा दिसतो, इत्यादि मानसिकक्रिया कोणत्या क्रमानें घडतात, आणि मानसिकक्रिया व द्रव्यविशिष्ट-

क्रिया या दोहोंमध्ये कोणत्या प्रकारचा कार्यकारणभाव असतो, याविषयीं निरूपण चिच्छास्त्रांत केलेलें असतें.

सर्व सृष्टक्रिया मूर्त (द्रव्यविशिष्ट) किंवा अमूर्त (द्रव्यरहित), ह्मणजे भौतिक किंवा मानसिक असतात. सृष्टपदार्थांच्या या दोहों वर्गीपैकीं कोणत्यातरी एका वर्गातील पदार्थांचें आणि त्यांमधील परस्परसंबंधाचें जें ज्ञान त्यासच शास्त्र हे नांव आहे. या व्यतिरिक्त जें ज्ञान त्याचा समावेश शास्त्रांत होत नाहीं.



या पुस्तकांत ज्या शास्त्रीय इंग्रजी शब्दांस मराठी
किंवा संस्कृत शब्द दिले आहेत त्यांचा कोश.

पृ.	मराठी.	इंग्रजी.
५	अकृत्रिम, स्वाभाविक किंवा सृष्ट पदार्थे.	Natural Objects.
७७	अणु.	A Molecule.
१५	अनुमान.	Reasoning.
१५	अवलोकन.... ..	Observation.
१०५	अमूर्त किंवा अदृशी पदार्थ.	Immaterial Objects
१८	आकर्षणानुमान (विशेष परीक्षा- पूर्वक साधारण अनुमान)... ..	Induction.
८	आकस्मिक किंवा अचानक घोट, अपघात... ..	Accident.
३१	आकारमान.	Volume.
१०५	आकार शास्त्र.	Morphology.
७२	आंदोलक गति.	Vibratory Movement
१०५	इंद्रिय विज्ञान शास्त्र.	Physiology.
२७	उलट प्रमाण.	Inverse Proportion.
८६	ऊर्ध्व पानन.	Distillation.
४७	कर्तृत्वशक्ति (कार्य विधायक सामर्थ्य.)	Energy.
२	कार्य आणि कारण.... ..	Cause & Effect.
९६	काष्ठतंतु, काष्ठमय द्रव्य	Cellulose.
१०५	खनिज शास्त्र.	Minerology.
२६	गुरुत्व.	Gravity.
७१	गुरुत्व शून्य.	Imponderable.
२६	गुरुत्वाकर्षण.	Gravitation

पृ.	मराठी.	इंग्रजी.
७५	गृहीत कल्पना.	Hypothesis.
४५	चालकत्व.	momentum.
१०६	चिच्छाल.	Psychology.
९०	चुनकळी.	Quick lime.
१९	जडवस्तु किंवा द्रव्यमय वस्तु...	Material Objects.
१०५	जीव शास्त्र.	Biology.
१८	तर्कशास्त्र किंवा न्यायशास्त्र...	Logic.
६८	थिजलेला दहिंवर.... ..	Hoar Frost.
२४	दट्ट्या.	Piston.
३३	दाढी.	Density.
२३	दुःसंकोच्य	Incompressible.
८७	द्रवण किंवा विक्रदन. ...	Solution
३३	द्रव्य समुच्चय किंवा पिंड....	Mass.
५३	नित्य व कायम.	Constant.
१८	निष्कर्षानुमान (साधारण प- रीक्षापूर्वक विशेष अनुमान).	Deduction.
८०	परमाणु.	Atoms.
८२	परिमाण.	Quantity.
४३	पाण्याचा स्तंभ.	Column of Water.
७३	पाण्याची रचना किंवा ब- नावट.	Structure of Water.
२३०	पातळ पदार्थ.	A Liquid.
९६	पिष्ट किंवा सत्व.	Starch.
७९	प्रतिसारक शक्ति.... ..	Repulsive Force.
१	प्रत्यक्ष ज्ञान किंवा इंद्रिय- बोध.	Sensation.
२३	प्रवाही पदार्थ.	A Fluid.
१०५	प्राणि शास्त्र.	Zoology.

पृ.	मराठी.	इंग्रजी.
२८	प्रेरणा किंवा जोर....	Force.
१०७	भौतिक.	Physical.
७३	महत्कारी भिंग.	Magnifying Glass.
७४	महत्कारी शक्ति.	Magnifying Power.
१०५	मानसिक क्रिया....	Mental Phenomena.
१०५	वनस्पति शास्त्र.	Botany.
५८	वायु किंवा स्थितस्थापक प्र- वाही पदार्थ.	Gases or Elastic Flu- ids.
८७	विद्रव करणे.	To Dissolve.
३६	विशेष गुरुत्व.	Specific Gravity.
८३	साधं मिश्रण.	Simple Mixture.
८	सृष्टिक्रम.	Order of Nature.
२१	सृष्टिक्रिया.	Natural Phenomena.
१०	सृष्टीचे नियम.	Laws of Nature.
६८	स्फटिक.	Crystals.
९४	स्फटिक लेखन किंवा स्फटिक शास्त्र.	Crystallography.
६९	स्फटिकीभवन.	Crystallization.